الغذاء.. من أين؟ ولمن؟

"علاقات التغذية"

علم الحياة . نظرة متعمقة

تأليف: آن فولك

ترجمة: أ.د. محمد علي أحمد



الدار المصرية اللبنانية

علم الحياة.. نظرة متعمقة

الغـــذاء..

من أين؟ ولمن؟

«علاقات التغذية»



تأليف

آن فـــولـــك

ترجمة

أ.د. محمد علي أحمد



الدار المصرية اللبنانية

فولك ، آن .
الغذاء .. من أين؟ ولمن؟ «علاقات التغذية» / تأليف: آن فولك ، ترجمة:
محمد علي أحمد . ــ ط1. ــ القاهرة : الدار المصرية اللبنانية ، 2011.
64 ص ؛23 سم . ــ (سلسلة علم الحياة .. نظرة متعمقة) .
تدمك : 3 ــ 631 ــ 427 ــ 977 ــ 978
1 ــ الأغذية
أ ــ العنوان 641
رقم الإيداع : 19371 / 2010

الدار المصرية اللبنانية
16 عبد الخالق ثروت - القاهرة .
تليفون: 23910250 202 +
فاكس: 23909618 202 + - ص.ب 2022
E-mail:info@almasriah.com
www.almasriah.com

الطبعة الأولى : صفر 1432هـ - يناير 2011م

المحتويات

كل كائن حَيّ يحتاج الغذاء

أينما كنت.. وأي شيء تفعله.. فإنك ستكون مُحاطًا بكائنات حيّة، من البكتيريا الموجودة في الهواء إلى النباتات المنتشرة في البساتين والحدائق، والطيور المُحَلِّقة في السماء، والبشر ممن تعرفهم ، والحياة من حولك، والطاقة هي مِفْتاح الحياة. وتحتاج الكائنات الحية إلى الطاقة لكي تتحرك، وتنمو، وتتكاثر، وكقوة مُحَرِّكة لأعضاء الحسِّ لكي نحيا. وكل هذه الطاقة يجب أن تأتي من مَصْدر ما، وهي تأتي من الغذاء. ويتحلل الغذاء ليمدَّ الخلايا بالطاقة.

من أين تأتي الطاقة؟

تحتاج جميع الكائنات الحية إلى الغذاء من أجل الطاقة ، إلا أن النباتات لا تأكل، ويرجع ذلك إلى أن النباتات الخضراء يمكنها تجهيزَ غذائها من خلال عملية خاصة تُعْرَفُ باسم التَّمثيل الضَّوئي باستخدام:

* غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء.
* الماء الذي يتم الحصول عليه بواسطة الجذور من التربة.
* ضوء الشمس.

وتستطيع النباتات حينذاك استخدام الطاقة الموجودة في الغذاء الذي تكوِّنه بنفسها في الاحتفاظ بخلاياها حيّة. إلا أن الحيوانات ليست مَحْظوظة مثل النباتات، فهي لا تستطيع تجهيز غذائها بنفسها، لأنها لكي تحصل على الطاقة التي تحتاجها لتحيا وتنمو، يجب عليها أن تأكل إمَّا نباتات أو حيوانات أخرى. كما يلزم الحيوانات أن تتغلب على جميع العَقبات للحصول على غذاء كاف، وإذا كانت هذه الحيوانات تأكل حيوانات أخرى، وجب عليها البحْث عن وسيلة تَقبضُ بها على فرائسها من الحيوانات. وعندما يأكل الحيوان طعامه، تبقى لديه مشكلة، فالطعام يجب تحليلُه إلى جزيئات صغيرة، يمكن استخدامها في الخلية لتوليد الطاقة.

روابط الحياة

تصور هذا المشْهد: أرض عشبية تتلألأ تحت أشعة شمس الصباح الباكر، ويختفي بين الأعشاب فأر حقل صغير، يقْرضُ بعض بُذور الحشائش، وفي طُرْفة عين ينقضّ صقر ويختطفه، ثم يطير به بعيدًا ليتغذى به. هذه الكائنات الحية : الحشائش والفأر والصقر، ترتبط ببعضها في سلسلة غذائية بما تأكله ، فالحشائش تصنع غذاءها باستخدام أشعة الشمس، والفأر يأكل النبات للحصــول علــى غذاء لا يستطيع تجهيزه بنفسه، والصقر أكل الفأر للسبب نفسه . وسلاسل غذائية مثل هذه تكون بسيطة، إلَّا أن الحيــاةَ الواقعية ليست كذلك. ففأر الحقل لا يأكل بذور الحشائش فقط، كما أن الصقور تأكل الأرانب والسَّحالي مثلما تأكل الفئران. وفي أي مكان محــدَّد، ترتبط سلاسل غذائية مختلفة ببعضها لتكوِّن شبكة غذائية مُعَقَّدة. وسوف تجد المزيدَ حول هذه العلاقات الغذائية بعد ذلك في هذا الكتاب.



الكائنات الحية مثل هذا الفأر ترتبط بعديدٍ من النباتات والحيوانات من خلال سَلاسل وشبكات غذائية.

هل تعلم ..؟

الغاز المتخلِّف عن عملية التمثيل الضوئي هو الأكسجين، الذي تحتاج إليه جميع الكائنات الحية في التنفس والحصول على الطاقة من الغذاء، وعلى ذلك فالتمثيل الضوئي هو محطةُ تَوْليد الطاقة على كَوْكبنا.

بداية السِّلسلة

تحتاج جميع الحيوانات أن تأكل شيئًا ما، والعالم مَلئ بالعَلاقات الغذائية بين النباتات والحيوانات، ويطلقُ على هذه العلاقات سَلاسلُ وشبكات الغذاء. وفي بداية مُعْظم هذه العلاقات الغذائية سوف تجد النبات؛ لأن النباتات يمكنها تجهيز غذائها بنفسها عن طريق عملية التمثيل الضوئي، ويَسْتعملُ هذا الغذاء بعد ذلك جميعُ الكائنات الحية تقريبًا الموجودة على الأرض بطريقة أو بأخرى. وفي سلاسل وشبكات التغذية تُعرفُ النباتات بأنها مُنْتِجات للغذاء ؛ بسبب قدرتها على استخدام الضوء وثاني أكسيد الكربون والماء في إنتاج الغذاء ، الذي تعتمد عليه الكائنات الحية الأخرى.

الأوراق: مصنع الغذاء

لكي تتم عملية التمثيل الضوئي، يحتاج النبات إلى ثاني أكسيد الكربون والماء وضوء الشمس، وكذلك يحتاج إلى وسيلة لحَمْلِ جُزيئات السكر المتكوِّنة ونقلِها حول النبات، ووسيلة للتخلص من الأكسجين، وهو غاز ينتج ثانويًا عن هذه العملية.



الأوراق الموجودة على الشجرة، مثل أشجار أخرى عديدة مُرَتَّبة بطريقة تضْمن الحصول على أكبر كَمية مُمْكنة من الضوء. وتعمل هذه الأوراق كمصانعَ لإنتاج الغذاء للنبات، وكذلك لتغذية الأحياء الأخرى.

تَجْري عملية التمثيل الضوئي في الأجزاء الخَضْراء من النبات، خاصة الأوراق ؛ لأن الأوراق مملوءة بمادة كيميائية خاصَّة خضراء اللَّوْن تعرف باسم كُلوروفيل. ويقوم الكلوروفيل باقتناص الطاقة من ضوء الشمس الساقط على الأوراق، والذي يستخدم في تجهيز الغذاء.

وإذا استلقيتَ تحت شجرة ما، ونظرت إلى أعلى حيثُ السماء، فإنك سوف ترى كيف أن النباتات جيدة التنظيم. فأوراق النبات مُسطَّحة عادةً لاقتناص أكبر كمية ممكنة من ضوء الشمس، وعادة تكون الأوراق مرتبةً بحيث يحصل كل منها على بعض الضوء، ليس هذا فقط، فالأوراق رقيقة السُّمْك مما يسمح بمرور الغازات خلالها بسهولة، كما تحتوي الأوراق على شبكة فَعَّالة من العُروق، تعمل على حمل الغذاء والماء داخل النبات. وعلى ذلك تعتبر أوراقُ النبات خطوطَ إنتاج عالية الكفاءة لصناعة الغذاء على نطاقٍ واسع !



تختلف أوراق النباتات في الأشكال والأحجام، فأوراق السَّراخِس تعرف باسم الأوراق السرخسية، وهي ذات شكلٍ مميَّز كما تُشاهَد في الصورة. وتنفرد الأوراق السرخسيّة لتأخذ هذا الشكل الرِّيشيَّ عند نموِّها.

بقية المُكَوِّنات

تعتبر الأوراق في غاية الأهميّة للنباتات ؛ إذ بدونها لا يستطيع النبات القيامَ بعملية التمثيل الضوئي كما ينبغي. إلا أن النبات لا يكفيه وجود الأوراق ومَصْدر ضوئي، فهو يحتاج أيضًا إلى ثاني أكسيد الكربون وماء لكي يبدأ في تجْهيز الغذاء.

ويوجد ثاني أكسيد الكربون في الهواء المحيط بنا، وهو سامٌ للحيوانات والبشر إذا وجد بكميات كبيرة، إلا أنه - في الحقيقة - يوجد بنسبة بسيطة في الهواء الجوي (حوالي 0.04%). وتحتاج النباتات إلى ثاني أكسيد الكربون، وهو يدخل إلى أوراق النبات (مع بقية مكونات الهواء) من خلال فتحات دقيقة تُعْرف باسم «الثُغور».

والماء مكوِّن آخر مهمٌ لعملية التمثيل الضوئي، حيث يحصل النبات عليه من التربة ويمتصُّه من خلال الجُذور. وللنبات جهاز كبير من الأوعية التي تجري خلال سيقانه وجذوره وأوراقه، حيث تحمل هذه الأوعية الماء من الجذور صاعدةً إلى الأوراق، حيث يستخدم في عملية التمثيل الضوئي.

رواد العلم : مالفين كالفين

ولد مالفين كالفين في سان بول بولاية مينيسوتا الأمريكية في أبريل عام 1911م، وبدأ بحثه المهم في التمثيل الضوئي عام 1945. ولقد كوّن كالفين فريقًا من شباب الباحثين، وكانت لديه نَزْعة واضحة لاستخدام فريق بحثي ، مكون من باحثين في مجالات أو تخصصات مختلفة في العلوم ، مثل باحثي الأحياء والكيمياء والطبيعة للعمل معًا في فريق واحد، ولقد حمل ذلك مهارات مختلفة للبحث العلمي.

وقد استخدم هذا الفريق البحثي جزيئًا مشعًا يطلق عليه اسم كربون - 14، ويستخدم هذا الكربون المشع في التجارب حيث يسمح للعلماء بتتبع تفاعلات عملية التمثيل الضوئي. وكان من الصعب جدًا تتبُعُ مثل هذه التفاعلات التي تجري داخل الخلايا الحية. وبعد سنوات من العمل المتّصل، أمكن لكالفين وفريقه البحثي رسْم المَسار الكامل الذي يمرُّ به الكربون خلال النبات أثناء عملية التمثيل الضوئي. ولقد أطلق على هذه التفاعلات الكيميائية اسم دورة كالفين تكْريمًا لهذا العالم العظيم.



حلَّ مالفين كالفين وفريقه من العلماء ألغاز أحد أهم التفاعلات الحيوية على الأرض. ولقد حصل كالفين عام 1961 على جائزة نوبل في الكيمياء لاكتشافه المسارات الكيميائية لعملية التمثيل الضوئي.

كيف تجري عملية التمثيل الضوئي؟

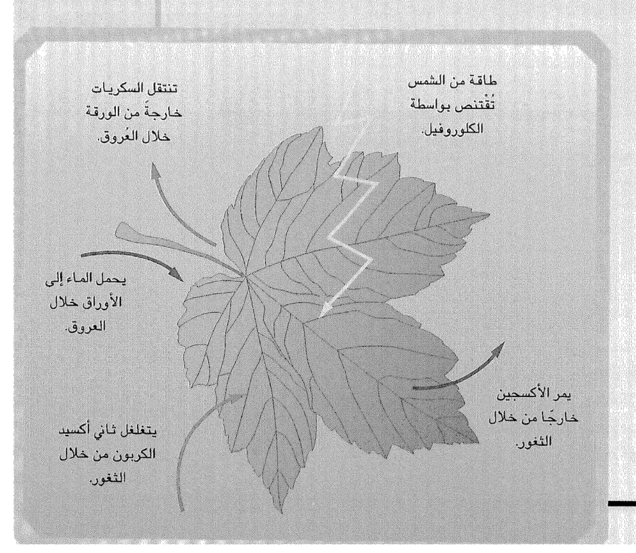
في عملية التمثيل الضوئي، يوفِّر ضوء الشمس الطاقة اللازمة لتحويل ثاني أكسيد الكربون والماء إلى غذاء، مُشابهًا في ذلك الوسيلة التي توفرها الحرارة للفرن ليحوِّل الدقيق والماء إلى خبز.

وتجري عملية التمثيل الضوئي في البِلاستيدات الخضراء داخل أوراق النبات، ومن خلال تفاعلات كيميائية متتابعة، يتحد ثاني أكسيد الكربون والماء معًا، وينتج عن ذلك تكوين سكر يُعْرف باسم جُلوكوز ، وغاز الأكسجين. وينتقل الجلوكوز حول النبات إلى حيث يحتاج إليه، وعادة ما يتحول إلى نشا، وهي كربوهيدرات ، يمكن تخزينُها بسهولة إلى حين احتياج النبات للطاقة.

ويمكن تلخيصُ عملية التمثيل الضوئي في هذه المعادلة :

ضوء

ثاني أكسيد الكربون + ماء ← سكر + أكسجين



ما العوامل المؤثِّرة على عملية التمثيل الضوئي؟

توجد النباتات في جميع أنحاء العالم، حتى أنها تعيش في الدائرة القُطبية، وتبقى محتفظةً بحياتها في الصَّحاري. وتمثل النباتات الغابات المطيرة الكبيرة المورقة في المناطق الاستوائية، والنموات العُشْبية النامية طبيعيًّا في سُهول التَّندرا. وتلعب النباتات دورًا مهمًّا في تغذية عَشائر الحيوانات في العالم، بما فيها البشر؛ لذا فإن من المهم أن تُسْرع هذه النباتات في عملية التمثيل الضوئي والنموّ. ومن المعروف أن الضوء ومستويات ثاني أكسيد الكربون ودرجة الحرارة عوامل محدِّدة ؛ نظرًا لأنها تؤثِّر على كَمية التمثيل الضوئي، التي يمكن أن يقوم بها النبات.

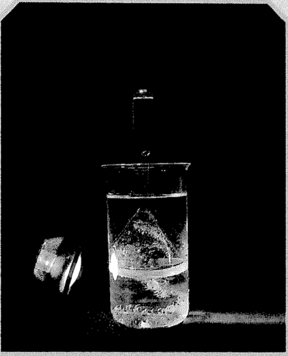
تجربة نموذجية : التِّين الخانق

قياس تأثير الضوء على مُعَدَّلِ عملية التمثيل الضوئي

لاحظ تشارلز بونيت عام 1754 فُقاعات غازيّة تتصاعد من أوراق شجرة مَغْمورة تحت الماء مُعَرَّضة لضوء ساطع.

وفي تجربة تُجْرى في معامل المدارس حول العالم، يُسَلَّط الضوء على حشيشة البِرك الكندية أو على نبات الإلوديا تحت الماء. وعندما تجري عملية التمثيل الضوئي، يصدر عن تلك النباتات تيّارٌ من الفقاعات الغازية تحتوي على غاز الأكسجين، ويمكن تقديرُ معدَّل خروج هذه الفقاعات، أو جمع هذا الغاز الناتج وتقدير حجمه.

وعندما يتحرك الضوء بعيدًا عن النبات، يقلُّ معدلُ حدوث عملية التمثيل الضوئي، وينخفض تيار تدفُّق فقاعات غاز الأكسجين، وهكذا يعتبر انخفاضُ مُسْتويات الضوء عاملاً محدِّدًا لمعدل حدوث عملية التمثيل الضوئي، أما إذا أصبح الضوءُ أكثر قُرْبًا من النبات (في الوقت الذي تظل فيه درجة حرارة الماء ثابتة)، فإن فقاعات الغاز تظهر أسرع وأسرع، وهذا يوضِّح أن معدل عملية التمثيل الضوئي قد ازداد.



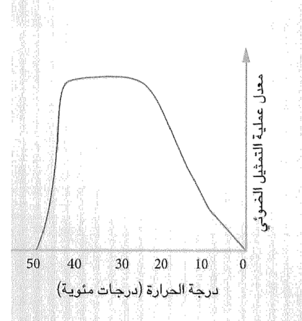
ملاحظة العالم بونيت هي أساسُ التَّجربة النموذجية ، التي توضِّح تأثير الضوء على معدل عملية التمثيل الضوئي.

الضوء

يعتبر مُسْتوى الضوء أكثر العوامل المؤثرة على عملية التمثيل الضوئي، فإذا كان هناك ضوء كاف، زادت عملية التمثيل الضوئي، أما في الظلام أو الضوء الخافت، فإن التمثيل الضوئي يتوقَّف ، بصَرْف النظر عما يحيط بالنبات من ظروف أخرى. وفي معظم النباتات نجد أنه كلَّما زادت شدة الضوء ارتفع معدل عملية التمثيل الضوئي.

الحرارة

تؤثر الحرارة على جميع التفاعلات الكيميائية، بما فيها عملية التمثيل الضوئي. وعندما ترتفع درجة الحرارة، تزداد سرعة التفاعلات الكيميائية، ويرتفع معدل التمثيل الضوئي. ومع ذلك، فإن الإنزيمات تتحكَّم في عملية التمثيل الضوئي، والإنزيمات عبارةٌ عن بُروتينات، وهذا يعني أنها تتأثَّر بصورة سيِّئة بدرجات الحرارة الأعلى من 40 درجة مئوية، فإذا ارتفعت درجة الحرارة بصورة كبيرة، فإن معدل عملية التمثيل الضوئي ينخفض؛ نظرًا لأن الإنزيمات التي تتحكم في هذه العملية تتعرَّض للتَّلف.



يزداد معدلُ عملية التمثيل الضوئي بصورة مستمرَّة مع زيادة درجة الحرارة حتى درجة معينة، تتلف عندها الإنزيمات، ويتوقَّف التفاعل الحيويِّ تمامًا.

مستويات ثاني أكسيد الكربون

تعتبر الكَمية المُتاحة من ثاني أكسيد الكربون عاملاً محدِّدًا لسير عملية التمثيل الضوئي؛ لأنه دون ثاني أكسيد الكربون لا يستطيع النبات بناءَ الجلوكوز. وفي الظروف الطبيعية التي تنمو فيها معظم النباتات، فإن مستويات ثاني أكسيد الكربون في الهواء هي العامل المحدد الأكثر شيوعًا، عندما تكون هناك كميات وفيرة من الضوء.

التحكم

يمكننا اختبار كل عامل محدِّد في المعمل على التَّعاقُب لمعرفة تأثيره الحقيقي على معدل عملية التمثيل الضوئي، ومع ذلك فإن التوازنَ بين العوامل المُحددة المختلفة في معظم النباتات يكون دائمَ التغيُّر. ففي الصباح الباكر تحدد مستويات الضوء المنخفض والحرارة المنخفضة معدل التمثيل الضوئي، وعندما ترتفع مستويات الضوء ودرجة الحرارة، يصبح ثاني أكسيد الكربون هو العامل المحدد. وفي النهار السَّاطع خلال فصْل الشتاء، قد تكون درجة الحرارة الباردة هي العامل المحددُ لعملية التمثيل الضوئي أكثر من نقْص ثاني أكسيد الكربون.

وعلى الرغم من رَغْبتنا الشديدة، فنحن لا يمكننا التأثير على معدل عملية التمثيل الضوئي للنباتات النامية بريًّا، أو في الحقول المزروعة، أو حتى في حدائقنا. ولكن عندما يكون معدل التمثيل الضوئي مرتفعًا، ترتفع غَلَّة المحصول أيضًا، لذا يحاول المزارعون التَّحكمَ في هذه العوامل المحددة. فهم يزرعون المزيد والمزيد من النباتات تحت الأنْفاق البلاستيكيّة لرفع درجة الحرارة، كما يستخدم المزارعون الصّوبات الزراعية العملاقة المُغْلقة تمامًا، حيث يمكن التحكم في جميع العوامل المحددة وضبطِها بدقَّة. وتحتوي الصوبة الزراعية على آلاف النباتات، وعديد من الأجهزة الحسَّاسة ، التي تتَّصل بأجهزة الحاسب الآلي (الكمبيوتر) التي تضبط مستويات الضَّوء ودرجة الحرارة وثاني أكسيد الكربون بصورة مستمرَّة، وهذا يضمن عدم وجود أي عوامل محددة، مما يحقق أقْصى معدل لعملية التمثيل الضوئي ليلاً ونهارًا.



هل يمكن أن تتم تغذية تلك النباتات دون تخطيط؟! في صوبة زراعية مثل هذه لا يترك شيء للصُّدفة، حيث تنمو النباتات في ماء غني بالعناصر الغذائية بدلاً من التربة ؛ حتى نضمن عدمَ وجود عامل يحدِّد معدل عملية التمثيل الضوئي ومعدل النمو.

صناعة معظم الأشياء

لا تستطيع النباتات التحكمَ في بيئتها الخاصة التي تعيش فيها حتى تضمنَ حصولَها على درجة الحرارة المناسبة أو المستويات النَّموذجية من الضوء أو ثاني أكسيد الكربون. ومع ذلك فإن النباتات حول العالم قد أظهرت بعض التَّأقْلم المذهل الذي ساعدها على الحياة في معظم الظروف التي تعيش فيها، فأوراق نباتات الصَّبَّار لا تزيد عن كونها أشْواكًا دقيقة، وهذا يعني أن الصبار لا يفقد ماءً كثيرًا في حرارة الصحراء، كما توقف الأشواكُ الحيوانات التي تحاول أكل الصبارات، والأكثر من ذلك تستطيع نباتات الصبار القيامَ بعملية التمثيل الضوئي بصورة جيدةٍ للغاية

تطفو نباتات مثل زَنابق الماء العِمْلاقة هذه فوق سطح المـاء، وهي تستطيع النمو حتى حجم هائل، ولكنها تحتاج إلى أكْياس هوائية خاصَّة داخلها حتى تستطيع البقاء طافية.

بواسطة سيقانها المُتَشَحِّمة. والنباتات التي تنمو في الظُروف الباردة لديها مشكلة أخرى، فهي تحتاج إلى طبقة شَمْعية سميكة للغاية تعمل كطبقة عازلة، كما أنها تحتوي على مادة كيميائيّة خاصة في خلاياها تحمي الخلية من التجمُّد الذي يؤذيها ويدمِّرها، ويجعلها قادرةً على القيام بعملية التمثيل الضوئي في الظروف شديدة البرودة .

فـالأوراق المُغطاة بشُعَيْرات، والأوراق الملتفَّة، والأوراق صغيرة الحجم، والأوراق العملاقة، والأوراق ذات التغيُّرات الخاصة في كيمياء التمثيل الضوئي، كلها محاولات للنبات لكي يكون قـادرًا على الحياة في الأماكن الصَّعبة من العالم.

المنتجات البديلة

تبدأ معظم سَلاسل وشبكات التغذية بنباتٍ مُنْتِجٍ للغذاء من ثاني أكسيد الكربون والماء باستخدام طاقة الشمس. إلا أنه في الثّلاثين سنة الأخيرة اكتشف العلماء بعضَ الكائنات الحية التي تصنع غذاءها الخاص دونَ الاعتماد نهائيًّا على الضوء.

فتحات في الجحيم

في أعماق المحيطات، عند عُمْق يتراوح بين مترين وستة آلاف متر تحت سطح الماء، توجد منْطقة أعماق المحيط حيث الماء شديد البرودة، تتراوح حرارته بين درجتين وثلاث درجات مئوية، والظلام مُطْبق، حيث لا يصل الضوء أبدًا إلى هذه الأعماق. ويصل الضغط إلى عدة مئات من مثيل الضغط الجويّ عند السطح، وفي هذه الأعماق السَّحيقة توجد فتحات ومَداخِن عند قاع المحيط تقذف الماء الغنيّ بالمعادن، والسُّموم، والغازات، كلها على درجة حرارة تصل إلى أكثر من 350 درجة مئوية. وترجع شِدَّة سُخونة الماء إلى تعرضه للصخور المُنْصهرة في باطن الأرض نفسها. وفي هذه الظروف شديدة القَسْوة، اكتشف العلماء مستعمرات فريدةً من كائنات حية تعتمد على بعضها البعض للحصول على الغذاء.

كائنات البيئات المتطرفة

لا توجد نباتات في بداية سلاسل التغذية لبيئة أعماق المحيط؛ نظرًا لعدم قدرتها على تحمُّل الحياة هناك، وبدلاً منها وجد العلماء بكتيريا التمثيل الكيميائي، وهي بكتيريا تستخدم طاقة ليس مصدرها الشمس، ولكنها مُخَزَّنة في مُرَكَّبات كيميائية (خاصة كبريتيد الهيدروجين) في بناء جزيئات غذائية جديدة.

تطورات حديثة: أخذ عَيِّنات من أعماق المحيط

في عام 1998 كان العلماء الأمريكيون جون ديلاني، وديبورا كيلي، وجون باروس، جزءًا من بَعثة علميّة استطاعت لأول مرة استخراجَ أجزاء من مداخن قاع المحيط. ولقد أخذ هؤلاء العلماء عينات من الكائنات الحية الدقيقة وبدأوا في زراعتها في المعمل. وما زال العمل مستمرًّا. وفي كل رحلة علمية يستخرج العلماء مزيدًا من الأنواع التي لم تُشاهدْ من قبل.

وتنْمو هذه البكتيريا حول شُقوق ومداخن قاع المحيط بأعداد كبيرة، حتى أنها تكوّن طبقات شاحبة اللون عند القاع. وتتغذى البَزّاقات على هذه الطبقات السميكة من النّموات البكتيرية، كما يمكن لعديد من الكائنات الحية الأخرى التغذية على هذه البكتيريا. وتعيش بعض البكتيريا في أصْداف بعض الديدان الأنبوبية، وفي الحيوانات الرَّخويّة مثل بلح البحر، والحيوانات ذات الأصداف، حيث تحصل لنفسها على الحماية وعلى العناصر الغذائية مُقابلَ توفير الغذاء لهذه الحيوانات. وهناك حيوانات أخرى مثل السرطان الأبيض يتغذّى على الحيوانات السابقة.

وتعيش هذه الكائنات الحية المُدْهشة في درجات حرارة عالية تدمِّر بروتينات الجسم. وظل العلماء لسنوات عديدة يتصوَّرون أن الكائنات الحية التي تعيش في أعماق المحيط لا تحتاج النباتات على وجه الإطلاق، إلا أن الحقيقة كانت غير ذلك، فهي تحتاج النباتات كما يحتاجها أي كائن حي آخر، ولكن بطريقة غير مُباشرة. فلكي تحصل البكتيريا التي تعيش حول شُقوق أعماق المحيط على الطاقة من كَبْريتيد الهيدروجين لكي تجهز غذاءها، فإنها تحتاج إلى الأكسجين. وهناك كميات هائلةٌ من الأكسجين في مياه البِحار والمحيطات، وكلها تأتي أساسًا من أكسجين الهواء الذي ينتج عن طريق النباتات خلال عملية التمثيل الضوئي.



الظروف عند قاع المحيط قاسية لدرجة لايمكن تصورُها، فهذا الدّخان الأسود عند قاع المحيط يندفعُ إلى الخارج مُحَمَّلاً بالعناصر الغذائية، التي تتغذّى عليها بِكتيريا التمثيل الكيميائي.

بناء السلسلة الغذائية

تأمّل الغذاء الذي تناولته اليوم. هل أكلت «سندوتش» أم بيتزا أم حِساء عدْس أم ثمَرة فاكهة؟ هل تعلم من أين أتى هذا الطعام ؟ مُعْظم الطعام الذي نأكله يأتي مباشرة من النباتات، فالخُبْز في «السندوتش» يأتي من القَمْح، والسلاطة نباتات متنوعة، والطماطم والبصل والفُلْفل على البيتزا كلها خضراوات، أما العدس في حساء العدس فهو بذور لنبات العدس، وثمرة الفاكهة مصدرها نبات.

وكذلك الحال في الطعام الذي يأتي من الحيوانات، مثل الجبن واللحم والزّبد واللبن، فإن أساسه النباتات، فالحيوانات التي تنتج طعامَنا تتغذى على الحشائش والذرة وغيرها من النباتات الأخرى، ثم تحول هذه المواد النباتية إلى أنسجة حيوانية.

وفي النهاية، فإن كل ما نأكله يبدأ من النباتات ومن عملية التمثيل الضوئي. وتتّصل جميع الكائنات الحية ببعضها البعض عن طريق الطعام الذي تأكله. فالرّوابط البسيطة تمثل السلاسل الغذائية، ويوضّح ما يلي سلسلةً غذائيةً عامّة وبعض الأمثلة:

نبات ← حيوان ← حيوان ← حيوان آخر

أرز ← إنسان

حشائش ← بقرة ← إنسان

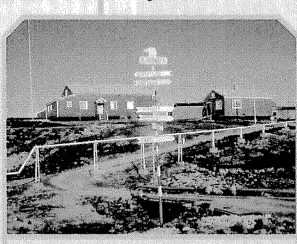
حشائش ← أرنب ← ثعلب

ثمار العَليق ← فأر الحقل ← صقر

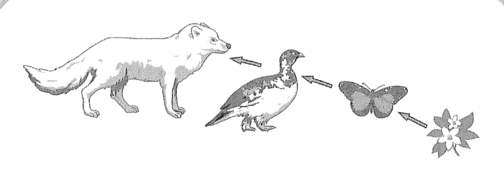
نباتات مائية مِجْهرية ← حيوانات مائية مجهرية ← سمكة صغيرة ← سمكة أكبر ← فَقَمة ← الحوت القاتل

رواد العلم: تشارلز إلتون

كان ذلك في عشرينيات القرن العشرين، عندما سافر تشارلز إلتون باحث علم الأحياء الشاب بجامعة أكسفورد إلى جزيرة بير المواجهة للساحل الشمالي للنرويج، وتعتبر هذه الجزيرة جزءًا من سهول التَّنْدرا القطبية، لذا قام هذا الباحث الشاب برحلاته خلال فصل الصيف حيث تنمو بعض النباتات التي يمكن ملاحظتُها، حيث الجو مُعْتدل البُرودة. وفي هذه البيئة القاسية لا يمكن لنباتات عديدة الاحتفاظ بحياتها، لذا رَغِبَ إلتون في معرفة كيف تشاركت الحيوانات في هذا العدد القليل من النباتات. وتنمو في جزيرة بير قليل من الحشائش شديدة القُدْرة على الاحتمال، ونباتات شُجَيْرية صغيرة، لذا كان من السهل على إلتون أن يلاحظ أي الحيوانات التي تتغذَّى على النباتات، وأيها التي تتغذى على بعضها، وكانت الثَّعالب القطبية أكبرَ الكائنات آكلة اللحوم السائدة. وخلال فصل الصيف تتغذى هذه الثعالب على الطُّيور، مثل طائر التّرمجان والطّطوى (زمّار الرّمل)، وهما طائرانِ يتواجدان فقط في فصل الصيف. وفي المقابل تتغذى الطيور على أوراق وثمار نباتات التندرا، أو على الحشرات آكلة النباتات. ولقد وصف إلتون الرَّوابط بين النباتات والحشرات والطيور والثعالب كسلسلةٍ غذائية ، كما ذكر أن أول الرابطة في السلسلة الغذائية هو النبات الذي يقتنصُ الطاقة من الشمس خلالَ عملية التمثيل الضوئي.



تعتبر جزيرة «بير» من المناطق شديدة البرودة، وهي المكان الذي بدأ فيه تشارلز إلتون ملاحظة تفاعلات السلاسل الغذائية .



هذه هي السلسلة الغذائية التي لاحَظها إلتون لأول مرة، وما زالت أفكاره مهمَّة حتى اليوم.

المزيد حول السلاسل الغذائية

عندما استنبط تشارلز إلتون كيف تعمل السلاسل الغذائية، فكَّر في بعض الأسماء التي تصفُ الروابطَ المختلفة في السلسلة، وما زالت هذه الأسماء تستعمل حتى اليوم. وكما عرفنا من قبْل أن النباتات تُعرف كمُنتجات للغذاء؛ لأنها تكوّن الغذاء في البداية. وحيث إن الحيوانات تأكل النباتات، فهي تُعرف كمستهلكات أولية، بينما تُعرف الحيوانات آكلة الحيوانات التي تتغذّى على النباتات بأنها مستهلكات ثانويّة، وهكذا. وحيث إن النباتات موجودة في بداية كل سلسلة غذائية، فإن نهايتها سوف يوجد بها كائنات حية تحلِّل بَقايا الحيوانات والنباتات بعد موتها. ومعظم هذه الكائنات الحية عبارةٌ عن بكتيريا وفطْريات، وتعرف باسم مُحلِّلات، وهي لا تظهر عادةً في السلاسل الغذائية.

كم طول السلسلة الغذائية؟

يمكن أن تشمل السلاسل الغذائية نوْعين فقط من الكائنات الحية، ونادرًا ما تشمل أكثر من ستة إلى سبعة أنواع مختلفة من الكائنات الحية. وعندما تتضمَّن السلسلة الغذائية الإنسان، فإنها تكون قصيرة لأن معظم الغذاء البشري يحتوي على نباتات أو حيوانات آكلة للنباتات، بينما نجد عددًا قليلاً جدًّا من الكائنات الحية التي تأكل البشر.

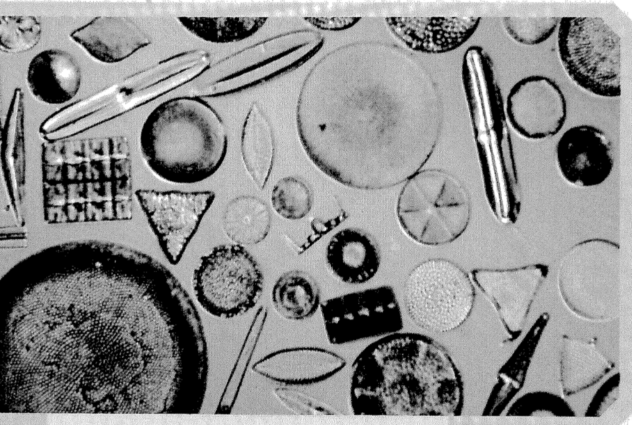
وتتميز بعض السلاسل الغذائية بأنها متخصِّصة للغاية، فَدبابير التِّين تعيش وتموت داخل أزهارِ وثمار نوع نباتي واحد هو أشجار التين، وهي تمثل جزءًا من سلسلة غذائية متخصصة وقصيرة جدًّا. ومن ناحية أخرى، يمكنك أن تجد أمثلةً لسلسلة غذائية مثل النّموذج التالي في جميع أنحاء العالم:

نبات ← حشرة ← طائر صغير ← طائر كاسر

السلاسل الغذائية في البحار

بعض السلاسل الغذائية شائعة الانتشار توجد في ثُلثي سطح الأرض الذي تغطيه البحار والمحيطات؛ إذ تستطيع النباتات النموَّ في الطَّبقة العليا من المحيطات حيث الضوء الوفير. والنباتات الموجودة في مثل هذه الطبقة عبارةٌ عن كائنات دقيقة تكوِّن مجموعةً من الكائنات تعرف باسم الهائمات النَّباتية، وهي كائنات صغيرة الحجم، وتستطيع القيام بعملية التمثيل الضوئيّ، مثلها في ذلك مثل النباتات الأرضية. وتستخدم الهائمات النباتية كميات هائلة من ثاني أكسيد الكربون من الهواء، وتنتج كمياتٍ كبيرة من المواد النباتية.

ولحسن الحظِّ توجد في الطبقة نفسها من مياه المحيط كائناتٌ دقيقة أخرى تعرف باسم الهائمات الحيَوانية، وهي تتغذى على الهائمات النباتية التي تعيش حوْلها، وبذلك لا تمتلئ مياه البحار والمحيطات بالنباتات الدَّقيقة الهائمة. وفي المُقابل، تمثِّل الهائمات الحيوانية غذاءً لعديد من أنواع الأسْماك المختلفة، وتؤكل الأسماك الصغيرة بواسطة الأسماك الكبيرة، وهذه الأخيرة تصبح طعامًا للطيور البحرية وحيوانات الفَقمة والدَّلافين وأسماك القِرْش والحيتان وغيرها من الكائنات البحرية.



الهائمات النباتية: صغيرةُ الحجم ولكنها كثيرةُ العدد ، وهي تنتج معظم الغذاء اللازم لدعْم السلاسل الغذائية في البِحار والمحيطات.

هل تعلم ..؟

يمكن للسلاسل الغذائية في البحار والمحيطات أن تكون طويلةً، سواءً في عدد الكائنات الحية المشاركة فيها، أو في المسافة التي تقْطعها. ويمكن أن تمتد سلسلة غذائية في مياه المحيط لأكثر من عدةِ آلاف ميل، حيث تنتقل الحيَوانات الكبيرة مثل الأسماك والحيتان أثناء بحْثها الدَّائم عن الغذاء.

المُسْتَهْلكات الأوليّة

قبل أن ينتقلَ الغذاء المُجهَّز بواسطة النباتات إلى داخل السلسلة الغذائية لكي تستهلكه الحيوانات، التي يجب عليها أن تكون قادرة على تناول هذه النباتات وهضمها، وهذا ليس سهلاً كما يبدو لك، فالخلايا النباتية مُحاطة بجدار خلويّ صُلب يتركّب من مادة كيميائية تعرف باسم سيليلوز، وهذا يعطي للنبات قوّة وصلابة، ولكن هذه المادة صعبة الهضْم لعديد من الحيوانات، لذا فهي تمثل مشكلة. ويلزم لهضم هذا السيليلوز إنزيم مُحلِّل خاصٌ هو السِّيليولاز. وحيث إن معظم الحيوانات لا تنتج هذا الإنزيم، فإن كلَّ المادة الغذائية المفيدة في النبات تُحْجَزُ داخل الجدار الخلوي، لذا لـزِمَ على الحيوانات البحث عن وسائل أخرى لتحليل هذا الجدار الخلوي الصلب.

تُعرف المستهلكات الأولية التي لا تتغذى إلا على النباتات باسم الكائنات العشبية، وهناك عدد قليل من المستهلكات الأولية التي تستطيع التّغذية على نباتات وحيوانات، وهذه تعرف باسم القَوارت. وهذه الكائنات مهمة للغاية بالنسبة إلى السلاسل الغذائية ؛ لأنها تستطيع هضمَ النباتات. ولقد طوّرت كائنات حية مختلفة أساليب عديدةً للتغلب على مشكلة هضم غذائها النباتي، وفيما يلي بعض هذه الأساليب.

الحيوانات العشبية في عالم الحشرات

تعتمد عديد من الحشرات على النباتات في غذائها، وقد تتغلّب بعض هذه الحشرات على مشكلة هَضْم السيليلوز بتجنُّبه تمامًا، فمثلاً تتغذى الفراشات وأبو دقيق أساسًا على رَحيق الأزهار، وهو محلول سكريّ تصنعه الأزهار لجذب الحشرات لتلقيحها. ولا يحتوي رحيق الأزْهار على سيليلوز. وتمتلك الفراشات وأبو دقيقات أجزاء فم متخصصةً للغاية، ذات أنبوب طويل مجوّف يُعرف بالخُرْطوم، يمتد إلى حيث تخزِّن الزهرة رحيقَها وتمتصه. أما نَمل العسل فله لسان أنبوبيّ يستعمله بالأسلوب نفسه.

ويتبع المنّ مجموعة من الحشرات تشمل الذُّبابَ الأخضر، ويتغذى المن أيضًا على النباتات، ولكن له أسلوب مميزٌ في التغذية. ويتميز المنَّ بأن لديه أجزاء فم دقيقة حادّة للغاية يغرسُها في النبات، وبذلك يمكنه امتصاصَ المحلول الغذائي السكري من عُروق النبات الموجودة في الأوراق والسيقان، وهذا يعْني أن المنّ لايحتاج إلى هَضْم السيليلوز.

أما حشرات النمل الأبيض، فإنها تفضّل التغذية على الخشب الذي يتركّب أساسًا من السيليلوز، لذا تحتاجُ هذه الحشرات إلى إنزيم السيليولاز.

ولا تستطيع حَشرات النمل الأبيض إنتاجَ إنزيم السيليولاز بنفسها، ولكنها تحتوي على كائنات أوليّة (حيوانات أولية أو مجهرية) في قناتها الهضمية، تفرز إنزيم السيليولاز. وتقْضمُ حشرات النمل الأبيض قِطعًا صغيرة من الخشب وتمضغها بفُكوكها القويّة وتبلعُها، ثم تقوم الحيوانات الأولية في القناة الهضمية بتحليل أجزاء الخشب الممْضوغة وتحولها إلى سكريات، ويستفيد النمل الأبيض من هذه السُّكريات، وكذلك الحيوانات الأولية، وتستفيد الحيوانات الأولية من النمل الأبيض الذي يهيئ لها مكانًا آمنًا تعيش فيه، وغذاء يصل إليها بصورة منتظمة، بينما يحصل النمل الأبيض على غذائه المهضوم عن طريقِ هذه الحيوانات الأولية.



أجزاء فم حشرة أبو دقيق النَّمر الكندي ذات الذيل الخُطَّافي تأقلمت بصورة جيدة للتغذية على رحيق الأزهار. وعندما تكون الحشرة في وَضْع عدم التغذية، يلتفّ خرطومُها الدقيق بطريقة بارعة لتحميه خلال حركاتها الدَّائمة.

هل تعلم ..؟

عندما يعيش كائنانِ حيَّان مختلفان معًا، ويستفيد كل منهما من الآخر، يُطْلقُ على هذه العلاقة تَبادُل المنفعة. ومن أمثلة هذه العلاقة الحيوانات الأوليّة التي تعيش في القناة الهضميّة لحشرات النمل الأبيض، والبكتيريا التي تعيش في كرش الخِراف (انظر صفحة 22)، وكذلك الفِطْر والطُّحْلب في الأشن.

حل الحيوانات الثديية لمشكلة التغذية..

هناك الكثير من الحيوانات الثَّدييّة العُشْبيّة، ولكن هذه الحيوانات لا تفْرز إنزيمَ السيليلولاز على وجْه الإطلاق، إلا أنها وجدت عديدًا من الوسائل المختلفة للتغلُّب على مشكلات التغذية على النَّبات كمصدرٍ وحيد للطعام.

الفم أولاً

تمتلك عديد من الحيوانات العشبية فمًا متأقلمًا بصورة خاصَّة، يساعدها على سَحْق وتكْسير الجُدر الخلويّة النباتيّة الصُّلبة، فأسنانها الخلفية وهي الضُّروس الطاحِنة وقبل الطاحنة، تكون كبيرة الحجم عادة، ومسطَّحة، وذات تضاريس. وتتحرك فُكوك الحيوانات العشبية عادة من جانب إلى جانب، وكذلك من أعلى إلى أسفل، وهذا يجعل الأسنان تسحق الأجزاء النباتية وتطحنها بطريقة جيدة. وتقضي الحيوانات العشبية وقتًا طويلاً في مضغ طعامها، وهذا يساعد على تحطيم خَلايا النبات.

ثم اللسان ...

وتحتاج الحيوانات العشبية أيضًا إلى قناة هضميّة خاصّة تساعدها في الحصول على طاقة كافية من غذائها، وتعتمد هذه الحيوانات غالبًا على البكتيريا في جهازها الهضمي لإنتاج إنزيم السيليولاز الذي تحتاجه في تحليل السيليلوز. وتحصل البكتيريا على قَدْرٍ ثابت ومستمرٍّ من الغذاء والدفء والبيئة التي تحميها، بينما يحصل الحيوان الثدييّ على السكر من السيليلوز، بالإضافة إلى مواد إضافيةٍ من محتويات الخلية النباتية.

ولبعض الحيوانات مثل الأبقار والخِراف منطقة خاصةٌ في قناتها الهضمية تعيش فيها البكتيريا المحللة للسيليلوز، وتعرف هذه المنطقة باسم الكرِش. وتسمى الحيوانات التي لديها مثل هذه المنطقة في جهازها الهضمي باسم المُجْترَّات.

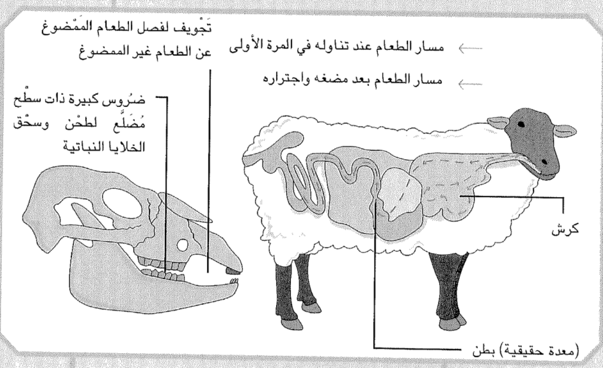


الأفيال أكبر الحيوانات الثَّديية التي تعيش على اليابِسة، وتتغذّى أجسامها العمْلاقة على المواد النباتية.

والنباتات التي تأكلها الحيوانات المُجْترة تذهب مباشرة إلى كِرش الحيوان حيث يتحلل السيليلوز، ثم يتحرك الغذاء المهضوم جزئيًا مرة أخرى عائدًا إلى فم الحيوان، حيث يعاد مَضْغُه مرة أخرى؛ حتى يتم تحليلُ الجُدر الخَلوية السيليلوزية تمامًا قبل ابتلاعه إلى المعدة الحقيقية في بطْن الحيوان، ويعرف ذلك باسم «المضغ والاجترار».

وهناك حيوانات عُشْبية أخرى لديها وسائلُ متعددة لهضم السيليلوز، ففي الأرانب توجد بكتيريا محلِّلة للسيليلوز على طول الأمْعاء الغليظة. وعندما يمر الغذاء خلال الجهاز الهضمي يتم هضمهُ جزئيًا. ويتبرَّز الأرنب كَمية كبيرة من البراز الرَّطب، يأكلها مرة أخرى ويعيد هضمها. وفي هذه المرة يتم امتصاصُ معظم العناصر الغذائية من الطعام، وهنا يتبرز الأرنب كُرات صغيرة من البراز الجاف التي تعرف باسم «ذِبْل الأرانب».

ونظرًا لأن هضم السيليلوز صعبٌ للغاية، فإن معظمَ الحيوانات العشبية ذات قناة هضمية طويلة للغاية، وهذا يوفِّر لها فرصةً كبيرة لامتصاص أكبر كمية ممكنة من العناصر الغذائية من طعامها. وعلى الرَّغم من جميع عوامل الأقلمة السابقة، فما زالت معظم الحيوانات العشبيّة تحارب من أجل هضم الكَمية الكبيرة من الطعام الذي تأكله، لذا فإنها تنتج كميات كبيرة من الرَّوث الغني بالسيليلوز.



الجهاز الهضمي في الخروف متأقلم جيدًا للطعام صعب الهضم.

الروابط داخل السلسلة الغذائية

تتغذى الحيَوانات العشبية على النباتات، وهي تستعمل الطاقة التي تحصل عليها من هضْم المادة النباتية في بناء أنسجة حيوانية جديدة، ومع ذلك فليست جميع الحيوانات الموجودة في السِّلسلة الغذائية تأكل طعامًا نباتيًّا، فبعضها يأكل حيوانات أخرى، وتُعْرف مثل هذه الحيوانات بالمفترسات، وتعرف الحيوانات المُفْترسة التي تأكل حيوانات عشبيّة بأنها مُسْتَهلكات ثانويّة، وكذلك تعرف الحيوانات المفترسة التي تأكل حيوانات مفترسة أخرى بأنها مُسْتَهلكات من الدرجة الثالثة.

وحيث إن الحيوانات المفترسة تأكل حيوانات أخرى، فإنها تحصل على طعام أسهل هضْمًا بكثير بالمقارنة بالحيوانات العشبية. فالحيوانات ذات أجسام تحتوي على كميات كبيرة من البروتين (خاصة عضلاتها وجلدها)، مع بعض الدّهون والكربوهيدرات. وجميع هذه المكونات يسْهل هضمُها في الجهاز الهضمي. وعلى ذلك فإن الحيوانات المتوحشة لا تواجه نفس المشكلة في هضم غذائها بالمقارنة بالحيوانات العشبيّة، لذا فالغذاء الذي تأكله الحيوانات المفترسة عالي المحْتوى من الطاقة، وهذا يجعل الحيوانات المفترسة تقضي وقتًا أقل في التغذية والهضم عن الحيوانات العشبية. وتقضي الحيوانات المفترسة الكثير من وقتها في الرّاحة، وكنتيجة لغذائها سهل الهضم، فجهازُها الهضمي عادة ما يكون أقل طولاً، وهي تنتج برازًا أقل نسبيًّا، ومع ذلك، ففي الوقت الذي تهضم فيه الحيوانات المفترسة طعامًا سهل الهضم، فإنها يجب أن تبذل قُصارى جهدها للبحث عن فرائسها وصيدها.

احصل على طعامك أولاً !

كثير من الحيوانات آكلات اللحوم مفترسات، ويعْني هذا أنها تقبضُ على الحيوانات الأخرى وتقتلها، وتسمَّى الحيوانات التي تقتلها بالفرائس، وحيث إن معظم الحيوانات لا ترْغب في أن تكون فرائسَ للحيوانات المفترسة، فإنها تفعل كل ما في وُسْعها لتتجنَّب ذلك الصيد المُهْلك. وعلى ذلك فلقد تأقلمت المفترسات في القبض على الفرائس من الحيوانات الأخرى، وإعاقة حركتها، وقتلها. وتعمل الحيوانات في جميع مستويات السلسلة الغذائية على صيد فرائسها لتبقى حية، وعلى قمة كل سلسلة غذائية يوجد حيوان مفترس، عادةً ما يكون أكبر كائن!

هناك وسائلُ متعددة تقبض بها المفترسات على فرائسها من الحيوانات الأخرى، مثال ذلك أنيمون البحر، الذي يبدو مُسالمًا وجميل الشكل عادةً، إلا أنه حيوان مفترس شديد المراس. يستقر أنيمون البحر على الصُخور في قاع البحر ويرسل لوامسَه الملوَّنة تتموَّج مع تيارات الماء، فيبدو كنبات زينة أكثر من كونه حيوانًا بحريًا. وعندما تلمس لوامسُه ذات المظهر البريء حيوانات الرُوبيان (الجمبري)، تلْسعها خلايا صغيرة تعرف باسم الحوْصلات اللاسعة أو الأكياس السُلكية. وتحتوي بعض هذه الحوصلات على إبر سامَّة تشلُ الحيوان عن الحركة، بينما تُعرْقل خيوط لاصقة أخرى الفريسة التي تحاول الهرب، حتى يسري السم في جسمها وتموت. وهنا يدفع حيوان الأنيمون فريسته إلى فمه المفتوح، ويبتلعه، ثم يهضمه بعد ذلك داخل جسمه.

جميل لكنه قاتل، إنه حيوان أنيمون البحر (شقائق النعمان) الذي يبدو في مظْهر مختلف عن كونه مفترسًا، إلا أنه في الحقيقة قاتلٌ محترف، وله طريقته الخاصة في اقتناص فرائسه.



هل تعلم ..؟

أكثر أسماك الماء العذب ضراوةً هي سمكة البِيرانها *Serrasalmus* وسمكة *Pygocentrus*، وتوجد هذه الأسماك الصغيرة المفترسة في أنهار أمريكا الجنوبية ، ويستطيع سرب كبير من أسماك البيرانها التهام لحمِ حيوان كبير في دقائق، تاركًا هيكلَه العظميّ عاريًا من اللحم!

مزيد من مفترسات المحيط

هنـاك حيـوان آخـر مفترس يعيش في البحار والمحيطات، وهو الحوت القاتل (الأوركا) ، ويصل طول هذا الحيوان ذي اللونين الأبيض والأسود الذي ينتمي إلى عائلة الدَّلافين ، إلى نحو عشرة أمتار، ويسبح في أسْراب، يتكون كل سِرْب من 5 حيتان إلى 50 حوتًا. وتستعمل هذه الحيتان القاتلة صَدى الصوت لتقدير المسافات تحت الماء بدقَّة كبيرة. وهذه الحيوانات سباحات ماهرة وسريعة، وذات أسنان مَخْروطية الشكل تتداخل مع بعضها، تمكنها من القبض على فرائسها سهلة الانزلاق والهرب مثل حيوانات الحَبَّار التي تفضِّلها كغذاء شهي. ولقد جعلت جميع عوامل التأقلم السابقة من الحيتان القاتلة مفترساتٍ بحريةً ناجحة.



تعتبرُ الحيتانُ القاتلة مفترساتٍ ناجحةً للغاية، إلا أن أعدادها تتناقص نظرًا لأنها تواجه الكثير من المشكلات، ومنها قلَّة عددِ عَشائر الحيوانات التي تتغذى عليها.

مفترسات مُجَنَّحة

تصطاد عديد من الطيور حيوانات أخرى وتأكلها، ومعظم هذه الطيور المفترسة عبارةٌ عن طيور صغيرة الحجم تأكل حشرات صغيرة غالبًا، مثل يَرَقات الحشرات، والخنافس، والدِّيدان، التي تنتشر في الأراضي العُشْبية وفي الشُّجَيرات والغابات حول العالم. وتعتمد هذه الطيور المفترسة على قوَّة السَّمع ومنقارها المدبَّب القوي في اصطياد فرائسها، وهما أهم عوامل التأقلم التي تحتاج إليها. وهناك طيور أخرى تصطاد فرائسها في الهواء، مثل طائري السِّمامة والخطَّاف (السُّنونو). ويتميز هذان الطائران بالطيران السريع المنخفض والمنقار الواسع العريض الذي يسهِّل القبضَ على الحشرات الصغيرة الطائرة التي يتغذيانِ عليها .

طيور قاتلة

الطيور المفترسة التي نعرفها جميعًا هي طيور كبيرة الحجم ، مثل : النُّسور، والصُّقور الحوَّامة، وصقور البان، والحِدأة ، والبوم، وصقور العاسوق، وتمثِّل هذه الطيور نهايةَ بعض السلاسل الغذائية، ولقد تأقلمت جميعها على الطيران بأسلوب خاص مميز يمكِّنها من ملاحقة فرائسها والقبض عليها، فبعضها لها أجنحة وذيولٌ ذات شكل، يجعلها تحوم في الهواء خلال بَحْثها عن فريسة، وجميعها يمكِّنها الانقضاضَ السريع على فرائسها. كما تمتلك هذه الطيور مَخالِب حادَّة في قدميها متأقلمة على مهاجمة الفريسة وحملها. وعلاوة على ذلك يساعدها منقارُها المقوَّس على تمزيق لحم الفريسة والتهامها.

صيادون طائرون آخرون

ليست جميع المفترسات ذات الأجنحة من الطيور، فخلال الليل، تصطاد الخفافيش أيضًا من أجل الطعام. وتمتلك الخفافيش نظامًا راداريًّا فائقَ التطور (أو سونار)، مما يسمح لها بالطيران الآمن في الظلام دون أن تصطدمَ بالأشياء من حولها، كما يمكِّنها من أن تجد الفراشاتِ التي تتغذى عليها. ولا تأكل جميع الخفافيش الحشرات، فالخفافيش مصَّاصة الدماء تتغذى على دم الماشية وغيرها من الحيوانات الأخرى كبيرة الحجم.

هل تعلم ..؟

أصغر طائر مُفْترس هو الباز الصَّغير أسود القدمين الذي يعيش في جنوب شرق آسيا، والباز الصغير أبيض الجبهة الذي يعيش في بورنيو. ويتراوح طول كل طائر منهما بين 14 و15 سنتيمترًا، ويزن نحو 35 جرامًا.

ثدييات صيادة

تتعددُ الحيوانات الثديية المفترسة من الأنواع الصغيرة مثل حيوان الذُّبابة آكل الحشرات، إلى السَّنانير الكبيرة التي تعيش في أفريقيا وآسيا؛ وهي تشمل الأسود والنُّمور والفهود الصَّيَّادة، وكل منها متأقلم بطريقته الخاصَّة، وجميع هذه الحيوانات المفترسة ذاتُ أسنان كبيرة وقوية وحادَّة لتعضَّ بها فريستها، وفُكوك قوية تسمح لها بالقبض على الفريسة بشدة، كما أن لها مَخالب حادّة، وتستطيع الجرْيَ بسرعة وبصورة مفاجئة.

ورغمَ أن النَّمر يصطاد بمفْرده، فإن الفهودَ الصيادة تطارد فريستها في جماعات، يتقدَّمها حيوان واحد يتبعه حيوان آخر يطارد الفريسة بسرعةٍ كبيرة. أما الأسـود، فإنها عادةً ما تصطاد فرائسَها في جماعات تحيط بالفريسة من كل جانب. ويرجع نجاح الحيوان المفترس إلى عديد من العوامل المختلفة، إلا أن النتيجة النهائية عادةً ما تكون طعامًا يسد جوع بَطْن خاوٍ.



هذه الأسود مفترسات نموذجية، فلديها جميع عوامل الأقلمة لتكون على قمة الحيوانات المتوحشة، مثل الأسنان الكبيرة الحادة، والسرعة الكبيرة، والمخالب القوية، والقدرة الفائقة على المناورة.

حَيَوانات متوحِّشة.. ولكنها ليْست مفترسةً

تشمل سَلاسل وشبكات التغذية بعضَ الحيوانات المتوحشة آكلات اللحوم، ولكنها ليست مفترسة، فهي لا تصطادُ فرائس من الحيوانات الأخرى ولاتقتلها، ولكنها تتغذَّى عليها فقط. ومن هذه المجموعة الحيَوانات القمامة التي تتغذى على الحيوانات الأخْرى الميتة بصورة طبيعية، أو تلتهمُ بقايا هذه الحيوانات الميتة التي قتلها حيَوان مفترس. ومن هذه الحيوانات القمامة ابن آوى والضِّباع والنُّسور التي تلتهم قطعَ اللحم الصغيرة من على عِظام الحيوانات الميتة حتى تجعلها عاريةً تمامًا. وفي بعض الأحيان تتزاملُ الحيوانات القمامة مع الحيوانات المفترسة، وتتغذَّى على ما يتبقَّى منها من طعام.

وهناك حيوانات أخرى مثل الذُّباب الأزرق، هو أيضًا قَمَّام، فالحشرة الأنثى حساسة للغاية لرائحة الموت، فإذا وجدت حيوانًا حديث الموت، حطَّت عليه ووضعت بيضها، وعندما يفقس البيض عن يَرَقات، فإنها تتغذى على الحيوان الميت بشراهة وتنمو حتى تكوِّن شَرْنقة، ومن هذه الشرانق تخرج حشرات الذباب الكاملة بعد ذلك. وفي زيمبابوي، تستطيع اليرقات وغيرها من الحيوانات القمامة الأخرى التهام فيل ميت كامل، لا تترك منه سوى هَيْكَلِه العظميّ في خلال سبعة أيام فقط.

متطفِّلات داخل الجسم وخارجه

توجد عديد من الحيوانات حول العالم تعيش خارجَ أو داخلَ جسم الحيوانات الحية وتتغذى عليها، وتعرف بالمُتَطَفِّلات، مثل : البَراغيث والقُراد والقَمل، فهي تتطفَّل خارج جسم الحيوان وتتغذَّى على دمه. ولقد استطاعت هذه الحيوانات التأقلم على البقاء رَغْمًا عن محاولات قتلها أو التخلص منها. فعلى سبيل المثال تستطيع البراغيث القفز لمسافات طويلة، بينما يَغْرز القراد فكوكه داخل الجلد بحيث يصعب إزالته والتخلصُ منه.

وبعض المتطفلات أكثر مهارةً، فعديد منها مثل الديدان والحيوانات الأولية تعيش داخل جسم الحيوان العائل، فالدِّيدان الشَّريطية والديدان الخَيْطية والأميبا والديدان الكَبْدية المُفَلْطحة ، كلها يصيب مدى واسعًا من الحيوانات بما فيها الإنسان، ويسبب عديد منها أمراضًا خطيرة مثل المَلاريا ومرض النُّوم الذي يقتل أو يضعف مَلايين مَن البشر كل عام.

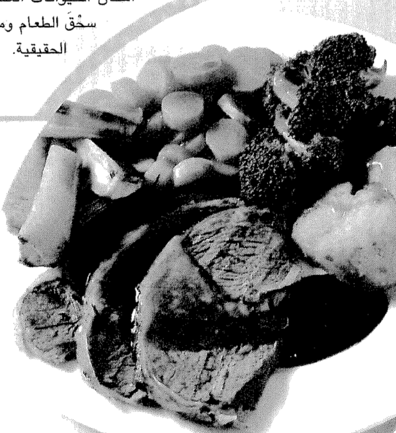


الدُّودة الشريطيّة ذات خَطاطيف ومَمَصَّات تمكنها من التعلُّق بالقناة الهضمية للإنسان. ويحميها غطاؤها الخارجيّ من الأحْماض الموجودة في الجهاز الهضمي للعائل، وفي الوقت نفسه يسمح لها بامتصاص الغذاء المهضوم.

أُحْصُلْ عليْه كلِّه

تأكل الحيوانات العُشْبية النباتات، وتأكل الحيوانات المفترسة غيرها من الحيوانات الأخرى، ولقد تأقلمت الأسنان والجهاز الهضميّ في هذه الحيوانات على ما تأكله من طعام. وهناك عديد من الحيوانات التي تأكل كلاًّ من الحيوانات والنباتات، وغالبًا ما تفعل ذلك عن طريق الصُّدفة، فعندما تملأ البقرة فمَها بالحشائش لتأكلها، فمن المؤكَّد وجود حشرات صغيرة وحيوانات أخرى على أوراق هذه الحشائش، وسوف تُهضم هي الأخرى. وكذلك الحال عندما يصطاد ثعلب أرنبًا ويأكله، فمعدة الأرنب سوف تكون مَمْلوءةً بالنباتات المهضومة تمامًا أو جزئيًّا، وسوف توجد هذه النباتات في معدة الثعلب. وعلى الرغم من ذلك فما زالت الحيوانات السابقة تسمى حيوانات عشبية وحيوانات متوحِّشة(آكلات لحوم). وهناك حيوانات تتعمَّد التغذية على طعام نباتيّ، وتأكل أيضًا حيوانات أخرى، وهذه تسمَّى الحيوانات القارِتة الحقيقية، فهي تأكل كلَّ شيء.

ويعتبر الإنسانُ وبعض القُرود من الحيوانات القارِتة طبيعيًّا، وكذلك الخنازير. إلا أن الحيوان القارت يواجه مشكلةً حقيقية، فالغذاء الحيوانيّ يمكن هضمُه بسُهولة، بعكس المواد النباتية، إذ لا يستطيع هضمها. ولا يساعد نوع الأسنان المجهزة جيدًا للغذاء النباتي في أكل اللحم، لذا استطاعت هذه الحيوانات الوصولَ إلى حل وَسَط، فلديها جِهاز هضميّ أطول كثيرًا من الجهاز الهضمي في الحيوانات المتوحشة العادية، ولكنه أَقْصر مما لدى الحيوانات العشبية، كما أن هذه الحيوانات القارِتة لديها أسنانٌ حادَّة وقوية بدرجة أكبر من أسنان الحيوانات العشبية، وتستطيع تلك الحيوانات القارتة سحْقَ الطعام ومضْغَه بصورة أفضل من آكلات اللحوم الحقيقية.



يعتبر الإنسان من الكائنات القارِتة، وهذا يعْني أننا نستطيع أن نأكلَ كمًّا متنوعًا من الأطعمة.

نهاية السلسلة

تحصل الكائنات الحية على أشياء من البيئة طوال الوقت، فالنباتات تمتصُّ العناصر الغذائية من التُّرْبة، وهذه تمرُّ على طول السَّلاسل الغذائية داخل الحيوانات. فإذا كان ذلك يتمُّ من خلال نظام ذي اتجاه واحد، فإن المصادر الطبيعية الموجودة في الأرض سُرْعان ما ستنفدُ تمامًا. وفي الواقع، فإن العناصر التي تبقى في أجسام النباتات والحيوانات كلها تعود مرةً أخرى إلى التربة عندما تموت هذه الكائنات، وتتحلَّل أجسامها بواسطة مجموعة من الكائنات الحية ،



هذه الشجرة الميتة تتحلل ببطء بواسطة الكائنات المحللة التي تتغذى عليها ، وبدون هذه الفطريات والبكتيريا سوف يصبح العالم مغطًى ببقايا الكائنات الحية المتحللة.

تعرف بالمُحلِّلات. وتوجد الكائنات المحللة في نِهاية كل سلسلة غذائية، وهي عبارة عن كائنات حيّة دقيقة مثل البكتيريا والفطْريات، تتغذى على بقايا الكائنات الحية المتحللة، حيث تعود نواتج التحلل من العناصر الغذائية إلى التربة. وعندما نقول إن شيئًا ما تعفَّن ، فهذا معناه أنه تحلَّل وهُضِمَ بواسطة هذه الكائنات المحللة.

هل تعلم ..؟

تستعمل الكائنات المحلِّلة في محطات الصرف الصحي لتحليل الكميات الهائلة من مُخَلَّفات الإنسان المنتجة يوميًا. وبمساعدة هذه الكائنات يمكن لمحطة كبيرة للصرف الصحي معالجة أكثر من 800 مليون لتر (176 مليون جالون) من المخلفات يوميًّا!

لُعْبة الأرقام

تتصل النباتات والحيوانات التي تعيش في المَوْطن نفسه مع بعضها البعض عن طريق سلاسل التغذية، وربما توضح لنا سلسلة غذائية بسيطة أن الأرانب تأكل الأعشاب، والثعالب تأكل الأرانب، لكنها لا تذكر كَمْ عدد الأرانب الموجودة، وكم عدد الثعالب، وبكل تأكيد لن تذكر لنا هذه السلسلة الغذائية البسيطة كم عدد أوراق الأعشاب اللازمة لتغذية الأرانب.

وعندما نقترب برؤيتنا قليلاً، فسوف يمكننا أن نعرف أن الأرانب تستهلك آلافًا من النباتات العشبية لكي تتغذى عليها أعدادٌ قليلة منها، وجميع هذه الأرانب سوف تكون طعامًا لثعلب واحد. وهذا ما يحدث فعلاً في عديد من سلاسل الغذاء، فهناك الكثير من الكائنات المنتجة للغذاء، التي توفّر الطعام لعدد قليل من الكائنات المُسْتَهْلِكة الأولية، والتي توفر بدورها الطعام لعدد أقل من الكائنات المستهلكة الثانوية.

وبالاعتماد على هذه النظرية، يمكننا تَصميمَ رسم توضيحيّ مُبَسَّط يطلقُ عليه اسم «هَرم الأعداد»، وهو يوضح لنا عددَ الكائنات الحية في كل مستوى من مستويات السلسلة الغذائية، حيث تكون الكائنات المنتجة للغذاء عند القاعدة، ويكون أعلى مستوى للكائنات المستهلكة للغذاء عند القمَّة.

عديدٌ من سلاسل الغذاء يمكن أن توضِّح لنا هرمَ الأعداد.

عندما لا تفيد الأرقام

إن المشكلة الكبرى التي تواجه أهرامات الأعداد أنها ليست صالحة للتعبير عن جميع سلاسل التغذية المختلفة. انظر مثلاً إلى شجرة بَلُّوط، فإن نباتًا واحدًا مثل هذه الشجرة يغذِّي عددًا هائلاً من اليَرَقات والحشرات، والتي ـ بالمقابل ـ تغذي عددًا أقل من الطيور، وهذا يجعل شكل الهرم الغذائي شديد الغَرابة.

ولكي نتغلب على هذه المشكلة، طوَّر العلماء وسيلة أكثر واقعيّة للنظر إلى سلاسل الغذاء، فبدلاً من النظر إلى أعداد الكائنات الحية المشاركة في هذه السلسلة، ركَّزوا اهتمامَهم على كمية المادة الحية ـ التي تعرف باسم الكُتْلة الحيويّة ـ في كل مرحلة من مراحل السلسلة الغذائية. ومن المثير للاهتمام أن تعرف كم قيمة الكتلة الحيوية التي تصنعها النباتات، والتي تتحوَّل فعلاً إلى حيوانات عشبية، وكمية الكتلة الحيوية من هذه الحيوانات العشبية التي تتحول إلى حيوانات مفترسة. ويمكن رسمُ هذه الكمية في كل مرحلة من مراحل السلسلة الغذائية بمقياسِ رسمٍ لنحصل على «هرم الكتلة الحيوية».

تعطينا أهرامات الكتلة الحيوية صورة أكثر واقعية لما يحدث في السلسلة الغذائية.

وعادة ما تكون كمية المادة الحية في كل مرحلة من مراحل السلسلة الغذائية أقلَّ منها في المرحلة السابقة لها، حيث لا تُؤْكل جميع الكائنات الحية في مرحلة ما بواسطة الكائنات الحية الموجودة في المرحلة التالية. والأكثر من ذلك، عندما يأكل حيوان عشبي نباتًا، فإن كَمية كبيرة من الكتلة الحيوية من النبات تستخدم في توفير الطاقة اللازمة لحياة هذا الحيوان العشبيّ (مثل الحركة والنمو والتكاثر والاحتفاظ بحرارة الجسم) أو تمر خارجةً من جسمه كمخلفات. وهكذا فإن الكتلة الحيوية التي يتم تحويلها إلى الحيوان العشبي يمكن أن تتحول إلى الحيوان المفترس في المرحلة التالية. وهكذا في المراحل الغذائية التالية، وبذلك فإن الكمية الكبيرة من الكتلة الحيوية النباتية تدعِّم كمية أقل من الكتلة الحيوية للحيوانات العشبية، وتدعم بالتالي كمية أقل من الكتلة الحيوية للحيوان المفترس.

هرم الأعداد

طيور

يرقات

شجرة

هرم الكتلة الحيوية

طيور

يرقات

شجرة

تدفُّق الطاقة

تعطينا أهرامات الكتلة الحيوية فكرة أكثر وضوحًا عما يحدث في العالم الطبيعي بالمقارنة بأهرامات الأعداد، إلا أن أهرامات الكتلة الحيوية لها حدودها القُصْوَى. فعلى سبيل المثال إذا أخذنا عينةً من مياه القَنَال الإنجليزي وحُلِّلت، وأظهرت نتيجة التحليل أن الكتلة الحيوية للحيوانات الدقيقة - الهائمات الحيوانية - أكبر من الكتلة الحيوية للنباتات الدقيقة –الهائمات النباتية– فهذه النتيجة لن تكون منطقية، فلا يمكن وجود مادة حيوانية أكبر من النباتات التي تتغذى عليها.

تأثير الوقت

تكمن المشكلة السابقة في أن العينة قد أُخذت في لحظة معينة من الوقت. تصور أنك تنظر إلى حديقة خضراء ناضرة، حيث تبدو الأَعْشاب قصيرة وتكوّن كتلة حيوية قليلة جدًّا، ولكنك إذا ذهبت ونظرت إلى كومة من المخلفات النباتية التي تم جمعها من جَزِّ الأعشاب وتسويتها، فإنك سوف ترى الكَمية الهائلة من العشب التي كانت نامية، والتي يتم جزُّها بصورة دوريّة. وهذا ما حدث فعلاً في الهائمات النباتية الموجودة في عينة مياه القنال الإنجليزي، فهي تنمو بسرعة كبيرة للغاية بالمقارنة بالهائمات الحيوانية، ولكنها تؤكل بسرعة أيضًا؛ ولذا تظهر كتلتها الحيوية أقل في لحظةٍ ما من الوقت.

ولا يمكن لأهرامات الكتلة الحيوية أن تعطينا جميعَ المعلومات التي نحتاج إليها لفهم مثل هذا النظام المُعقّد، ففي عام 1942 قرر العالم الأمريكي رايموند ليندمان أن يفحص بعناية الطاقة الكلية المتدفّقة خلال نظام بيئي ما، وتم ذلك على مدار زمني كافٍ حتى يحصل على صورة واقعيّة لتدفق الطاقة عَبْرَ جميع الكائنات الحية.

هل تعلم..؟

كلما كانت مراحل السلسلة الغذائية قليلة، كانت الطاقة المفقودة أقل. ففي كل مَرْحلة نعبرُها، مثل تغذية الحيوانات العشبية على النباتات، ثم أكل هذه الحيوانات بواسطة الحيوانات المفترسة، تقلُّ كمية الكتلة الحيوية المتاحة. ويعني هذا قلة الغذاء والطاقة التي يمكن توزيعها. وإذا افترضنا نظريًّا أن كل كائن على سطح الأرض تناول طعامًا نباتيًّا فقط، فسوف يكون هناك فائضٌ كبير من الطعام.

رواد العلم: رايموند ليندمان

عمل رايموند ليندمان بجامعة مينسوتا بالولايات المتحدة، حيث طوّر نموذجًا يوضح طريقة تدفق الطاقة خلال الكائنات الحية في النظام البيئي، ويعتمد على العلاقات الغذائية، ولقد عرفت مُقْتَرحاته تحت اسم النموذج الغذائي دائم التغير. ويحتوي المستوى الغذائي الأول على نباتات، والمستوى الغذائي الثاني على حيوانات عشبية، والمستوى الغذائي الثالث على حيوانات متوحشة، وهكذا. ولقد أخذ ليندمان في الاعتبار الطاقة المفقودة خلال التّنفس، وعوامل الحياة، والإخراج، وتعتبر الميزة الكبيرة في نموذج ليندمان أنه أخذ النظام البيئي بكامله بعيْن الاعتبار.

ولقد أوضح ليندمان أن هناك حُدودًا لعدد مستويات التغذية في النظام البيئي، وعادة ما تكون هذه المستويات ثلاثة، ولكنها في الواقع قد تكون أكثر من أربعة أو خمسة؛ نظرًا لأن هناك حدودًا لكمية الطاقة التي تمر من مستوى إلى المستوى التالي له. كما أن نقل الطاقة لا يتم بفاعلية كبيرة، فعادة ما يتحول حوالي10% فقط منَ الطاقة الموجودة في النباتات إلى مادة حيَوانية جديدة في الحيوانات العشبية، وحوالي 10% من الطاقة الموجودة في الحيوانات العشبية إلى مادة حيوانية للحيوانات المفترسة، وهكذا. ويرجع السَّبب في ذلك إلى أن 90% من الطاقة المأخوذة في كل مرحلة تُفْقَد خلال التنفس والاحتفاظ بحرارة الجسم وإنتاج الفضلات وغير ذلك. وهذا يوضح - على سبيل المثال - كيف أن الحوت القاتل يقف على قمَّة سلسلة الغذاء، فليس له مفترسات تهدِّده، ويرجع ذلك إلى أن الحيوان الذي يجب أن يكون كبيرًا بدرجة كافية تسمح له بالقبض على الحوت القاتل وقتله، يجب أيضًا أن يبدد طاقة كبيرة في الصيد، ولا يمكن له أن يجد طعامًا كافيًا من الناحية العملية لكي يبقى حيًّا. وتبدو أهرامات الطاقة معقَّدة للغاية، إلا أننا نحصل على الصورة الصحيحة لتدفق الطاقة من خلال دراسة النظام البيئي.



أعطى ليندمان صورةً واقعية لكيفية تفاعل الكائنات الحية مع الوقت، وما زالت صحيحةً حتى الآن.

شبكات التغذية

إن دراسة السلاسل الغذائية جعلتنا أكثر إدراكًا، ومن السهل فهم نموذج من هذه السلاسل. ويمكنك التأملَ في جميع الكائنات الحية في بيئة ما، آخذًا في الاعتبار المراحل الإجمالية في السلاسل الغذائية المختلفة. ومع ذلك، وفي معظم الظروف.. فإن هذه الصورة بسيطة للغاية. فهناك حيوانات قليلة جدًا تأكل طعامًا واحدًا ، فمثلاً يعيش دُبُّ الباندا على البامبو، ودب الكوالا على أوراق شجرة الأوكاليبتوس ، إلا أن هذه الأمثلة نادرة. وتتغذى معظم الحيوانات على أطعمة مختلفة كثيرة ، فالفئران تأكل الأعشاب والبذور والثمار وجذور النباتات، بينما تأكل الثعالب الفئران والأرانب والحملان الميتة وفئران الحقل والخنافس، أما الدِّببة القطبيّة فهي تأكل حيوانات الفَقَمة والسمك. وتتصل الحيوانات والنباتات من خلال شبكات غذائية معقدة ومتداخلة ، تتكون كل منها من سلاسل غذائية مختلفة عديدة، وتشاركها بعض الكائنات الحية الشائعة.

توازن النظام الغذائي

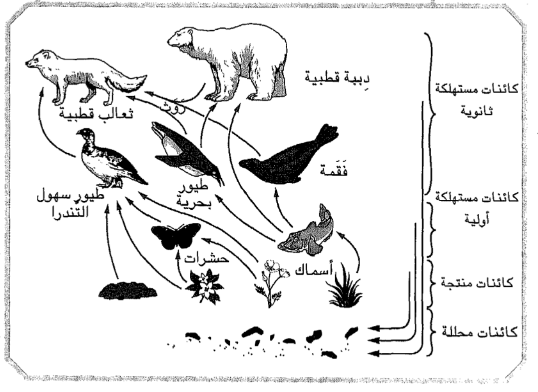
في بعض الحالات، عندما تكون سلسلة الغذاء بسيطة، مثال ذلك تغذية دب باندا عملاق على نباتات البامبو بصورة أساسية، فإن توازن النظام البيئي يصبح سهل التدمير، فالدب البالغ يحتاج إلى تناول من 12 إلى 18 كيلوجرامًا (26–40 رطلاً) من نباتات البامبو يوميًا، فإذا تعرضت نباتات البامبو لأي مؤثر خارجي، فإن دب الباندا سيواجه مشكلة حقيقية. وفي الواقع، فإن غابات البامبو التي تنمو على مساحات شاسعة تنضج كلها في وقت واحد، وتعطي أزهارها، ثم تموت كلها في الوقت نفسه ؛ مما يعني أنه على دبب الباندا البحثُ عن موقع آخر تجد فيه نباتات بامبو ما زالت نامية. والمشكلة الكبرى أن المواطن الطبيعية التي تعيش فيها دبب الباندا قد اختفت في أماكن كثيرة، ولم تعد هناك غابات البامبو التي يمكن أن تهاجر إليها هذه الحيوانات لتتغذى، وتبقى فيها آمنةً.

وتأكل معظم الحيوانات العشبية أنواعًا مختلفة من النباتات، فإذا قلَّ عدد نوع ما من هذه النباتات، أكل هذا النوع مزيدًا من الأنواع الأخرى. وعندما تكون الحيوانات جزءًا من شبكة غذائية، لا سلسلة غذائية، فإنها سوف تكون أسعد حظًا في البقاء والتأقلم على التغيرات التي تحدث في الظروف المحيطة بها.

رواد العلم: تشارلز إلتون مرة أخرى!

إن عالم الأحياء البريطاني الشاب تشارلز إلتون لم يقتصر دَوْرُه على اقتراح فكرة سلاسل الغذاء التي اعتمد فيها على ملاحظاته في جزيرة بير (انظر صفحة 17)، بل طوَّر اقتراحه الذي اعتمد فيه على السلسلة الغذائية نظرًا لكونها نظرةً مبسطة للغاية عما يجري حقيقةً، ولقد راقب إلتون الثعالب القطبية التي تتغذى على مدى واسع من الحيوانات الموجودة على الجزيرة، وليست فقط طيور سهول التندرا مثل طائر التّرمجان. وفي فصل الشتاء عندما يصبح الغذاء نادرًا، تأكل الثعالب القطبية الأجزاء المتبقية من حيوانات الفقمة التي اصطادتها حيوانات مفترسة أخرى مثل الدب القطبي، وقد تتغذى هذه الثعالب الجائعة على رَوَثِ الدب القطبي. ولقد شاهد إلتون الحيوانات العشبية تأكل مدًى واسعًا من النباتات المختلفة، واقترح من خلال ملاحظاته ما يعرف باسم «شبكة التغذية». وقد درس تشارلز إلتون العلاقات بين البيئة والكائنات الحية، والتي يمكن أن نطلق عليها اسم بيئة جزيرة بير.

شبكة غذائية مثل هذه اقترحها تشارلز إلتون في عشرينيات القرن العشرين ما زالت مُبَسَّطةً للوضع الحقيقي، ولكنها تعطينا صورة جيدة وسريعة عن أسلوب الكائنات الحية وتداخلها مع بعضها البعض على جزيرة بير.



شبكات الحياة

أين تجد شبكات الغذاء؟ الإجابة: في أي مكان وفي كل مكان، من الصحاري إلى مُنْحَدَرات الجبال، ومن الغابات الاستوائية المطيرة إلى الغابات المعتدلة، ومن تلال الرِّمال إلى البرك الصَّخرية، ومن الصحاري القطبية إلى أعماق المحيط، ففي هذه البيئات المختلفة تعيش الكائنات الحية وتتغذى على بعضها البعض.

شبكة الغذاء في القطب الجنوبي

قد يبدو القطب الجنوبي (Antarctic) مكانًا تَصْعُبُ فيه الحياة، إلا أنه في الحقيقة يعجُّ بالحياة، فمياه المحيط، بل والثلج نفسه، مملوء بالهائمات النباتية مثل البكتيريا والكائنات الأولية، التي تصبح طعامًا للهائمات الحيوانية والحيوانات القِشْرية. والحيوانات القشرية عبارة عن حيوانات تشبه الرُّوبيان (الجمبري)، وهي مصدر الغذاء الرئيسي لبقية الشبكة الغذائية. ولقد تم تقدير الهائمات النباتية في القطب الجنوبي التي توفر الغذاء بنحو 750 إلى 1,350 مليون طُنٍّ من الحيوانات القشرية سنويًّا. ويأكل هذه الحيوانات القشرية مدى عريض من الحيوانات، تتراوح بين حيتان البالين العملاقة مثل الحوت الأزرق والحوت الأَحْدب ، وحيوانات الحبَّار والأسماك والأُخْطُبوطات والسَّرطانات والحيوانات الرَّخوية. وتأتي بعد ذلك الحيتان ذات الأسنان، وطيور البَطْريق، وحيوانات الفَقَمة والطيور مثل القطْرس والبطريق كمستهلكات للغذاء من المستوى الثاني والثالث. وتساعد هذه الكائنات في دَعْم شبكة كبيرة من الحياة تغطِّي آلاف الأميال المربعة في مُعْظم الأجزاء الجنوبية من العالم.

حيوانات قِشْرية بالغةٌ في القطب الجنوبيّ، يصل طولها إلى نَحْو 6 سنتيمترات (2.4 بوصة) وتزن الواحدة منها جرامًا واحدًا تقريبًا (0.04 أوقية). وعلى الرَّغم من صغَر هذه الحيوانات، إلا أنها تعتبر جُزْءًا حيويًّا مهمًّا في شبكة غذاء القطب الجنوبي.

شبكة قريبة منا

معظمُنا لم يقمْ بزيارة القطب الجنوبي، إلا أن هناك شبكات غذائية أخرى حوْلنا أينما ذهبنا. فإن جولة سريعة في غابة محلية أو مُتَنَزه، أو حتى في حديقتنا المنزلية، سوف تأخذك إلى مُنْتصف شبكة غذائية غنية، شأنها في ذلك شأن أي شبكة أخرى موْجودة في القطْب الجنوبي، وسوف تشاهد أشياء أكثر بساطةً وعلى نطاق أصغر. فالكائنات المنتجة للغذاء في هذه الشبكة الغذائية عبارةٌ عن أعشاب وأشجار وشجيرات ونباتات زهرية، بينما تمثل الحشرات والبَزّاقات والحَلَزونات وحشرات إبْرة العجوز وغيرها من الآفات الصغيرة الأخرى، وكذلك الطُيور والفِئْران وفئران الحقل والأرانب، مُسْتَهلكات الغذاء الأولية. وتتحوَّل هذه الحيَوانات في المُقابل إلى طعام للطيور الكبيرة مثل طيور العقْعق أو أيٍّ من الطيور الجارحة، وكذلك الثعالب والمِنْك وحيوانات القاقم الأوربية وأبناء عُرْس، وبعض هذه الحيوانات المتوحشة ذاتُ الحجم الكبير مثل الثَّعالب والطُيور الجارحة الكبيرة، سوف تأكل بعض الحيوانات المتوحشة صغيرة الحجمٍ متى سَمحت لها الظروف.

أيًّا كانت التَّفاصيل، فإن شبكة التغذية متشابهةٌ للغاية مع هذه الموضَّحة بالرسم، والتي تشاهدها أينما ذهبت.

مجتمعات وعشائر

إن معرفة العلاقات الغذائية (سلاسل وشبكات تغذية) بين الأَنْماط المختلفة للكائنات الحيّة في مَوْطن ما لبيئة معينة، ليس كافيًا ليجعلنا نفهم ماذا يحدث هناك. فالحيوانات والنباتات تعيش في مجموعات من نفس الأنواع، وتتغذّى وتتكاثر مع بعضها البعض. ويطلق على هذه المجموعات اسم عَشائر، مثال ذلك الضفادع التي تعيش في بِرْكة صغيرة محليّة. ولكل بركة عشيرتها الخاصة من الضفادع التي تعيش فيها، تأكل الحشرات، وتنتج صغارها من حيوانات «أبو ذنيبة» لكي تحافظ على بقاء العشيرة.

وفي كل موطن، توجد أعداد هائلة من عشائر أنماط مختلفة من الكائنات الحية، فالبركة تحتوي أيضًا على عشيرة من الأَسْماك، وتنمو على حوافّها عشيرة من الأعشاب ، وهناك أيضًا عشائر من الخنافس المائية والطُّفيليات، وبعض الأنماط الأخرى من النباتات والحيوانات. ويطلقُ على جميع هذه العشائر اسم مُجْتَمَع. ولكي نفهم كيف تتداخل هذه الكائنات الحية مع بعضها البعض، نحتاج إلى أن نفهم الوسيلة التي تربط العشائر المختلفة ببعضها داخل المجتمع.



حَشْية فراشك مثال للمجتمع، فهي مملوءة بعشائر من أكاروسات التُّراب، والبكتيريا، والفطريات، وتتغذّى جميع هذه الكائنات على خلايا الجلد الميت التي تتساقط منك كل ليلة . وهذه الكائنات جزءٌ من شبكة غذائية تبدأ من الطَّعام الذي تأكله.

تغيُّرات العشيرة

درس العلماء أعداد الحيوانات والنباتات في مجتمع ، وراقبوا كَيفيّة تغيرها، ووجدوا أن الأعداد تزداد عندما يولد جيل جديد، أو تتحرك كائنات جديدة بعيدًا عن الكائن الأصلي بعد موته، أو عند انتشارها في أماكن أخرى بعيدة. وعندما تكون العشيرة متوازنة، تكون أعداد الأفراد القادمة والأفراد الذاهبة مُتوازنةً بدرجة محدودة أو كبيرة، حيث يبْقَى عدد أفراد العشيرة ثابتًا، إلا أن جميع العوامل المؤثِّرة على حجْم العشيرة يمكنها أن تؤثِّر بالتالي على سلاسلِ وشبكات الغذاء في المجتمع.

التنافس من أجل البقاء

تؤثر كمية الغذاء المُتاحة، والأمراض، ودخول مُفْتَرِسات جديدة في المنْطقة، على أعداد العشيرة، كما يلعب التنافس بينَ الأنواع دورًا كبيرًا في ذلك. وعندما يكون هناك تنافس كبير على الغذاء المُتاح، فسوف تستطيع بعض أنواع الحيوانات المنافَسة بصورة أفضل من غيرها من الأنواع الأخرى، وهذا يؤدِّي إلى زيادة أعداد عشيرة النوع الفائز بمعظم الغذاء المتاح، بينما تقلُ أعداد عشائر الأنواع الأخرى الخاسرة، وعندما تكون هناك كَمية كبيرة من الأنواع المختلفة من الحيوانات، تتنافس كلها على الغذاء ، فلن يكون لدى أحدها الفُرْصة لنموٍّ أفضل ولا لزيادة أفراد عشيرته.

وليست الحيوانات فقط هي التي تواجه المنافسة، فالنباتات تتنافس فيما بينها هي الأخرى ، سَواءً على الضوء أو المكان أو الماء أو العناصر الغذائية، وهذا يؤثر على كيفية نموها ووصولها إلى أحجام كبيرة، ويؤثر أيضًا على عدد البذور التي تكونها.

وعندما تزداد أعداد عشيرة أحد أنواع الكائنات الحية في شبكة غذائية أو تقل، فإن العشائر الأخرى في المجتمع سوف تتأثر. ونظرًا لوجود كمية محدودة من الغذاء والمكان في منطقة ما، فإن زيادةَ مجموعة من الحيوانات تعني زيادة احتياجاتها من الغذاء والمكان، وهذا يترك غذاءً ومكَانًا أقلَّ للحيوانات الأخرى في المجتمع.

روابط أقْرب مما تتصوَّر

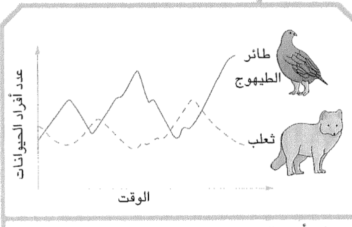
لعله من السهل عليك الآن أن تدرك كيف يؤدي أي تَغَيُّر في عشيرة ما داخل سلسلة غذائية بسيطة إلى التأثير على العشائر الأخرى الموجودة في نفس السلسلة الغذائية، فإذا ماتت شجرة الأوكاليبتوس ، فإن دِببَ الكوالا التي تعتمد عليها في غذائها ربما تموت هي الأخرى.

ولكننا كما شاهدنا من قبل، فإن شبكاتِ الغذاء أكثر تعقيدًا، فمعظم الحيوانات تأكل مدًى واسعًا من النباتات المختلفة، وكذلك تأكل معظم الحيوانات المفترسة حيوانات متنوعة، وعلى ذلك فإن العَلاقات بين الحيوانات المفترسة وفرائسها قد لا تكون بسيطةً هكذا كما نراها، فعلى سبيل المثال، أظهرت بعض الدراسات التي أُجْريت في كندا على عَشائر الأرانب البرية ذات الأقدام الكبيرة وحيوانات الوَشَق المفترسة، نتائج على صورة رسم بياني يشبه تمامًا العلاقة بين الثعالب وطيور الطِّيْهوج في أسفل الصفحة. ويظهر في هذا الرسم أن الزيادة والنُّقصان في عشيرة طائر الطيهوج وعشيرة الأرانب البرية تظهر مرتبطةً بمثيلتها من الحيوانات في أُسكتلندا.

تجارب نموذجية

التوازن بين طائر الطِّيْهوج والثعلب في مُسْتَنْقَعات الطيهوج الأُسكتلندية

عادة ما ترتبط أعداد الحيوانات المفترسة وفرائسها في مجتمع ما ارتباطًا كبيرًا، وهذا يمكن ملاحظتُه بوضوح عند النَّظر إلى طيور الطيهوج والثعالب في منطقة مستنقعات، وكيف أن أعدادَ كل نوع منهما تتغير مع الوقت دون تدخُّل البشر. والمثال البسيط لهذا الارتباط عندما تتوافر كَمية كبيرة من الغذاء النباتي، حيث تزداد أعداد طيور الطيهوج، وهذا يعْني زيادة الطعام المُتاح للثعالب، مما يتيح الفرصةَ لبقاء صغار الثعالب حيّة، وتزداد أعداد الثعالب هي الأخرى، إلا أن الثعالب الكثيرة تأكل مزيدًا من طيور الطيهوج، وبذلك تتناقص أعداد هذه الطيور، ويقل الطعام المتاح للثعالب، وتنخفض أعداد هذه الثعالب ثانيةً ، ويلاحظ هذا النَّمط من العلاقات في مُعْظم مجتمعات العالم.



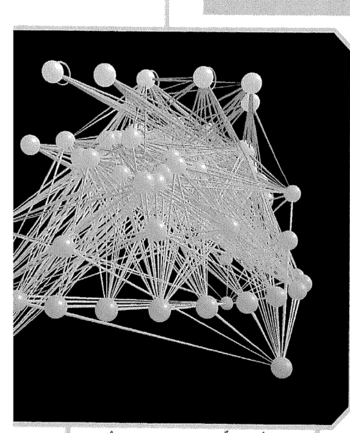
تختلف أعداد الثعالب وطيور الطيهوج في مجتمع ما على مَدار السنة، ولكنها تظل مرتبطةً مع بعضها في عَلاقةٍ بيانية.

وقد أوضح العلماء أن أعداد الأرانب البرية ذات الأقدام الكبيرة تؤثر على أعداد حيَوانات الوَشَق المفترسة، حيث تزداد عشيرة الأرانب وتقلُّ بالطريقة نفسها في المواطن التي لا يوجد بها حيوانات الوشق؛ حيث تؤثِّر التغيرات في حالة الطَّقْس، وعَشائر الآفات الحشرية، والطُّفيليات، على توفير الغذاء وعلى صحَّة هذه الأرانب، وهكذا تزداد العشيرة وتقل دونَ أيِّ تدخُّل من الحيوانات المفترسة.

وما زال أمامنا الكثير لنتعلمه حول شبكات التغذية، وتجرى الأبحاثُ حول العالم لمساعدتنا في فهم المزيد حول وسائل تفاعل النباتات والحيوانات مع بعضها البعض.

رواد العلم : د. نيو مارتينز

يعمل د. نيو مارتينز مع فريقه العلميّ في جامعة كاليفورنيا - بيركلي بالولايات المتحدة، وكذلك في معمل جبل رُوكي لأبحاث علوم الحياة بالولايات المتحدة، ولقد قضى مارتينز سنواتٍ طويلةً في دراسة شبكات التغذية من أنماط مختلفة، وفي أماكن متعددة، ولقد صمَّم مارتينز وفريقه البحثي تصميمات مدهشةً باستخدام الحاسب (الكمبيوتر) لشبكات التغذية، استعملوها في إثبات أن معظمَ الأنواع في مجتمع ما مرتبطةٌ مع بعضها برَوابط وثيقة. وفي الحقيقة، فإن معظم الأنواع التي تمَّت دراستها في كثير من المواطن قد انفصلت فقط برابطتيْن في السلسلة الغذائية، وهذا يعني أنه إذا غاب نوعٌ واحد من النباتات أو الحيوانات، فإنه يمكن أن يؤثر على الكائنات الحية الأخرى في المجتمع بالطريقة نفسها وقد يكون لكل من الانقراض وفقد التنوع الحيوي تأثيراتٌ كبيرة للغاية على مجتمع الحيوانات والنباتات، أكثرَ مما يمكن لأي منا تخيله.



يمكن أن تؤدِّي التصميمات المدْهشة للشبكات الغذائية التي قام بها نيو مارتينز وفريقه العلمي إلى المساعدة في تغيير أسلوبنا في فهم العالم من حوْلنا، وتمثل كل كُرة نوعًا من أنواع الكائنات الحية، وتمثل كل رابطة عَلاقةً غذائية.

دَوْرات الحياة

تستطيع النباتات تجهيزَ غذائها بنفسها، فهي تأخذ ثاني أكسيد الكربون من الهواء، والماء من التُّربة، وتستخدم الطاقة من الشمس لتحوِّلها إلى سُكريات بسيطة ، إلا أن هذه السكريات البسيطة ليست كافيةً للنباتات لكي تَحْيا، فهي تحتاج أن تحول بعض هذا السكر إلى بروتينات لبناء الإنزيمات والخلايا، ولكي يَصْنع النبات بروتينات فهو يحتاج إلى المعادن، وتمتصُّ النباتات المعادن من التربة خلال جذورها، ثم تأكل الحيوانات البروتينات الموجودة في المادة النباتية، وتصبح جزءًا من أجسامها في سلاسل وشبكات الغذاء.

وفي الحقيقة، فإن الكائن الحي مصيره الموت، وحينئذٍ تُستعمل النباتات والحيوانات الميتة والمُخَلَّفات الحيوانية كغذاء للكائنات المحلِّلة ، حيث تتحلَّل الكربوهيدرات والبروتينات والدهون التي تم بناؤها في الخلايا الحية، وتعود إلى عناصرها الأصلية التي تكونت منها (مثل الكربون والنيتروجين)، وترجع إلى التربة والهواء، وبدون عملية إعادة تدوير هذه الموارد، فإن الحياة سوف تتعثر.

وفي مجتمع ثابت من الحيوانات والنباتات، فإن العمليات التي تتم فيها إزالة العناصر من التربة (مثال ذلك نمو النباتات) تتوازنُ مع عمليات التحلل التي تعيد هذه العناصر مرة أخرى إلى التربة، وبهذه الطريقة، فإن موادّ مثل النيتروجين والكربون سوف يتم تَدْويرُها بصورة دائمة في البيئة.

دورة الكربون

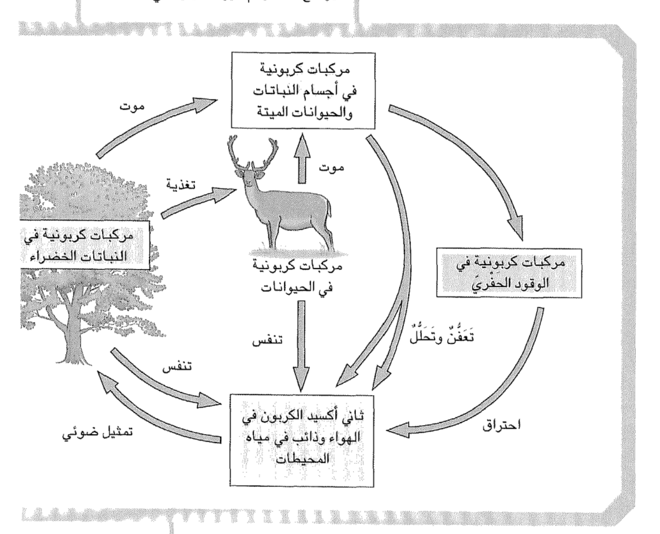
يعتبر الكربون عنصرًا مهمًّا لجميع الكائنات الحية؛ نظرًا لأن جميع الجزيئات الأساسية للحياة مثل الكربوهيدرات والبروتينات والدّهون والحمض النّوويّ DNA (ديوكسي ريبو نيوكليك أسيد) تعتمد على ذرات الكربون المتصلة بعناصرَ أخرى.

ولدينا كَمية هائلة من الكربون مُتاحة لاستخدام الكائنات الحية في صورة ثاني أكسيد الكربون، وهو موجود في الهواء الجوي (يكوّن حوالي 0.04% من الهواء الذي تتنفسه)، ويذوب في مياه الأنهار والبرِك والبحار، وفي الوقت نفسه

يُطلقُ الكربون مرة أخرى وبصورة مستمرَّة في البيئة من خلال تنفَّس النباتات والحيوانات، وفي خلال عملية التنفس يتم تحليل السكر في الخلايا باستخدام الأكسجين، ويعمل ذلك على إمداد الخلايا بالطاقة، وينتج عنه ثاني أكسيد الكربون وماء كنواتج ثانية، كما يؤدي نشاط الكائنات المحلِّلة إلى انطلاق جميع الكربون المرتبط في أجسام النباتات والحيوانات الميتة عندما تتحلل، ويعرف التَّدويرُ المستمر للكربون في الطبيعة باسم «دورة الكربون».

وفي النظام البيئي المتوازن طبيعيًّا بين النباتات والحيوانات، تنظِّم دورة الكربون نفسها بنفسها، حيث تستطيع المحيطات والغابات امتصاصَ كميات هائلة من ثاني أكسيد الكربون، ومع ذلك، فلقد أضاف الإنسان المزيد والمزيد من ثاني أكسيد الكربون إلى الهواء الجوي، لذا فإن هناك تَخَوُّفًا من أن الدورة الطبيعية لثاني أكسيد الكربون قد تصل إلى نقطة اللاعودة.

يوضح هذا الرسم دَوْرَةَ الكربون في الطبيعة

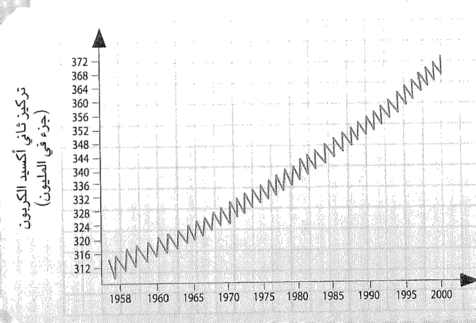


أزْمة الكربون

ظلت مُسْتويات ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوي ثَابتةً إلى حد ما خلال آلاف السنين، إلا أنه في السنوات الخمسين الأخيرة، قد زادت بصورة هائلة كَمية ثاني أكسيد الكربون التي ننتجها نحن البشر، فَحَرْقُ الوقود الحفري لتوليد الكهرباء، وتدفئة منازلنا، وتشغيل سياراتنا، كل ذلك ينتج عنه ثاني أكسيد الكربون في الهواء الجوي ، وما زلنا نحرق المزيد والمزيد من الوقود الحفري.

وتحتفظ البحار والمحيطات بحوالي98% من جميع الكربون المُتاح على الأرض وحولها؛ نظرًا لذَوَبان ثاني أكسيد الكربون في ماء البحر، فهو أسهل ذوبانًا في الماء شديد البرودة منه في البحار والمحيطات الدافئة، وعندما ترتفع مستويات ثاني أكسيد الكربون في الهواء، تمتصُّ منه كَمية أكبر في مياه البحار والمحيطات، ومع ذلك، فإن ذوبان ثاني أكسيد الكربون يستغرق وقتًا طويلاً، كما أن البحار والمحيطات لن تستطيع أن تمتص بسرعة كافية مزيدًا من ثاني أكسيد الكربون الذي ننتجه ، ويعتقد العلماء أن حوالي 40 إلى 50% من الكربون المُضاف إلى الهواء الجوي منذ بداية القرن التاسع عشر قد ذاب في مياه المحيطات.

قام العلماء بقياس مستويات ثاني أكسيد الكربون على قِمَم جبل في هاواي لعدة سنوات، وأوضحت نتائج دراستهم أن مستويات ثاني أكسيد الكربون قد زادت وانخفضت كل عام مع فصول السنة، ففي فصل الصيف انخفضت مستويات ثاني أكسيد الكربون نظرًا للنمو السريع للنباتات، واستخدامها لكميات هائلة من الكربون، بينما زادت مستوياته في فصل الشتاء مرة أخرى، إلا أن المُسْتَوى العامَّ لمستويات ثاني أكسيد الكربون في ارتفاع مستمر.

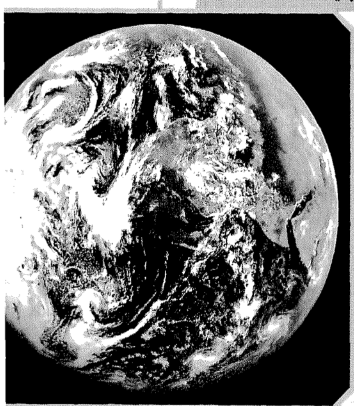


تطورات حديثة : ارتفاع درجة حرارة الكون

يرى بعض العلماء أن ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون يزيد من تأثير ما يعرف باسم ارتفاع درجة حرارة الكون أو تأثير الصّوبة، حيث يعمل ثاني أكسيد الكربون كطبقة عازلة حول الكرة الأرضية، محتفظًا بحرارة الشمس داخلها، كما يرى علماء آخرون أن مستويات ثاني أكسيد الكربون ترتفع باستمرار، وهذا سوف يؤدي إلى تغير مناخ الأرض تغيرًا عنيفًا، مما قد يؤدي إلى ذوبان جليد القطبين، الذي سوف يعمل على رفع مستوى سطح البحار والمحيطات في العالم، ولا يعلم أحد على وجه الدقة ماذا سوف يحدث حينذاك، إلا أن بعض الدول تحاول خفض كمية ثاني أكسيد الكربون التي تنتجها.

رواد العلم : جيمس لوفيلوك ونظرية الجايا

جيمس لوفيلوك عالم إنجليزي قضى سنوات عديدة في الولايات المتحدة، ولقد طوَّر نظرية تقول إن الأرض نفسها تتفاعل كأنما هي كائن حي ، ولكن على نِطاق كبير للغاية وبطيء، وإن الظروف الموجودة على سطح الأرض سوف تعود غالبًا إلى تلك التي تجعل الحياة ممكنةً، فإذا عمل البشر كجزء من هذا الكائن الخرافي العملاق (جايا وهو إله الأرض في الحضارة اليونانية القديمة) دون الإخلال بالدورات الطبيعية، فإن كل شيء سوف يكون على ما يرام، أما إذا لوَّثنا الكون بدرجة كبيرة، فإنه سوف يقوم بتعديل وتصحيح الأمور كما ينبغي، ولكن على مدى زمني طويل للغاية، قد يكون متأخرًا جدًا لنا نحن البشر، ولقد طوّر لوفيلوك برنامجًا على الحاسب الآلي (الكمبيوتر) أوْضح فيه نظرياته الأولى عن الجايا، وحيث إن بعض تنبؤاته قد حدثت بالفعل، فإن أفكاره قد لاقت قبولا واسع النِّطاق لدى الجهات العلمية.



الأرض كما تُشاهد من الفضاء أوحت للعالم جيمس لوفيلوك بنظرية الجايا .

دورة النَّيتروجين في الطبيعة

لا تعتبر دورة الكربون النظام الوحيد الذي يلعب دورًا مهمًّا في المحافظة على الحياة على الأرض، فدورة النَّيتروجين مهمة أيضًا للكائنات الحية، والنيتروجين غاز يكوّن نحو 80% من الهواء الجوي الذي نتنفسه، وتحتاج النباتات أيضًا إلى النيتروجين لتخليق البروتينات، ولكي تنمو بصورةجيدة، ومع ذلك لا تستفيد النباتات من النيتروجين الموجود في الهواء، وبدلاً من ذلك فهي تحصل عليه من التربة، حيث تمتصه خلال الجذور على صورة نيترات ذائبة وتستخدمه في بناء مادة نباتية جديدة، وعندما تأكل الحيوانات النباتات، فإن النيتروجينَ الموجود في بروتين النبات يصبح جزءًا من أجسام الحيوانات.

ويعود النيتروجين مرة أخرى إلى التربة بعدة طرق، فَبُول الحيوانات يحْتوي على مادة كيميائية تعرف باسم اليوريا، وهي ناتجة عن تحلل البروتينات في الجسم، وكذلك تحتوي مُخَلَّفات الحيوانات (الرَّوَث) على كميات كبيرة من البروتين، لذا تعتبر نواتج مخلفات الحيوانات (بما فيها مخلفات الإنسان) مَصْدرًا جيدًا للنترات في التربة، وبالطريقة نفسها ، عندما تموت النباتات والحيوانات، فإن أجسادهما (التي تحتوي على كمية كبيرة من البروتينات) يمكن أن تتحلل بواسطة الكائنات المحللة، ويتحرر منها النيتروجين.

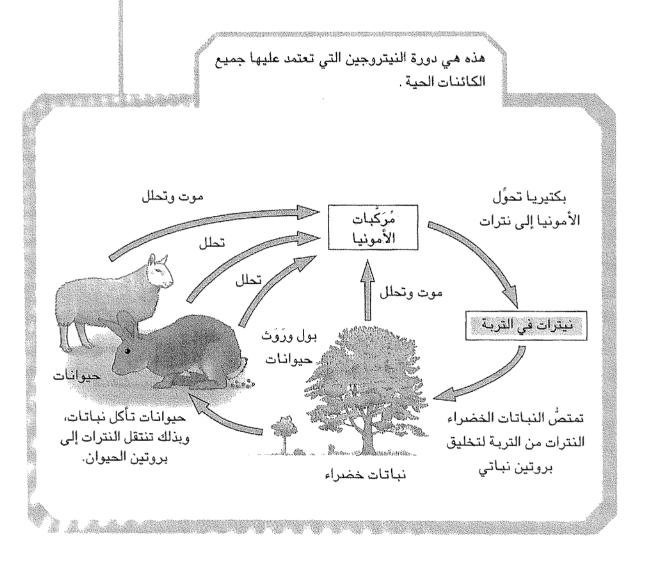
وفي النهاية، هناك طريق آخر لبعض النباتات (مثل الفول والبسلة) للحصول على النيتروجين، فلديها نوع خاص من البكتيريا يعرف باسم *Rhizobium* ، ويعيش داخل جذورها، ويمكن لهذه البكتيريا اقتناصُ النيتروجين من الهواء الجوي وتحويله إلى نيترات يستفيد النبات منها، وتعرف هذه البكتيريا باسم البكتيريا المثبِّتة للنيتروجين، وهي ذات علاقة غذائية وثيقة بالنباتات التي تعيش فيها، فالبكتيريا تحصل على مكان آمن تعيش فيه، وإمدادٍ دائم من السكريات من النبات، بينما يحصل النبات على مصدرٍ دائم من النترات.

توازن المسئوليات

عندما يموت نبات في الحياة البرية، فإنه يسقط على الأرض، ويتحلَّل بفعل الكائنات المحللة، وهنا تعود النترات مرة أخرى إلى التربة عندما يتحلل النبات، وعندما يحصد المزارعون النباتات لاستخدامها كطعام، لا تعود النترات في هذه النباتات إلى التربة، ولكي تظل التربة خصبةً، يجب إضافةُ النترات لتعويض المفقود منها، بطرق متعددة، فعادة ما تضاف مُخَصِّبات زراعية (أسْمدة)، وفي دول نامية عديدة تستخدم أسمدة عضوية مثل روث الحيوانات ومخلفات الإنسان ومخلفات النباتات المتحللة (كومبوستٍ)، وتتحلل بواسطة الكائنات المحللة قبل أن تتحرر منها النترات داخل التربة.

وفي الدول النامية، تستخدم عادة المخصبات الزراعية (الأسمدة) الكيميائية، حيث تُصنَّع بكَميات هائلة خلال مراحل التفاعلات الكيميائية ، ويتم فيها الحصول على النيتروجين من الهواء الجوي، ثم يتحول إلى صورة يسهل للنباتات امتصاصها، ولقد سببت هذه المخصبات الزراعية اختلافاتٍ كبيرةً في كَمية المحاصيل التي يمكن زراعتها، وفي خصوبة التربة ، بصرف النظر عن دورة النيتروجين.

هذه هي دورة النيتروجين التي تعتمد عليها جميع الكائنات الحية .



رابطة ضعيفة داخل السِّلسلة

تعني الروابط بين الأنواع في السلاسل والشبكات الغذائية أن أي تغير أو اضطراب يمكن أن يؤدي إلى تأثيرات خطيرة، وفي بعض الأحيان يأتي التغير في الشبكة الغذائية ؛ نتيجةَ أسباب طبيعية تمامًا، ولكن في كثير من الأحيان يكون التغير المسبِّب للمشكلة نتيجةً مباشرة عن فعل البشر.

إدخال شيء جديد

خلال رحلات البشر حول العالم، فهم يحملون كائنات حية مختلفة معهم، وأحيانًا يدخلون حيوانًا أو نباتًا جديدًا إلى منطقة مُحَقِّقينَ منافعَ من وراء ذلك، ولكن قد يسبب ذلك مشكلات في أحيان كثيرة، فعندما أحضر توماس أوستين 26 أرنبًا من إنجلترا ونقلها إلى أستراليا عام 1859، كان يرغب في إدخال حيوان أليف لرياضة الرِّماية في عِزْبته، إلا أن هذه الأرانب تكاثرت بسرعة، وأصبحت بعد ذلك تمثل مشكلة رئيسية، واليوم، يتم فُقْدان نحو 90 مليون دولار أسترالي سنويًّا لأن هذه الأرانب تأكل الأعشاب



تأكل الأرانب كَميات هائلة من النباتات، وتتكاثر بسرعة كبيرة، (3-4 صغار في السنة)، لذلك لم يستطع حيوان الوُلب- ذي الفِراء المائل للحُمْرة (انظر صورته)، الذي يضع صغيرًا واحدًا كل سنة- المنافسة.

التي تستخدم كعَلف للخِراف، وتصرف 20 مليون دولار أخرى في مكافحة هذه الأرانب، كما تسببت هذه الأرانب في دفع بعض الحيوانات الأسترالية المحلية إلى حافَّة الانقراض، مثال ذلك حيوان الوُلب ذي الفراء المائل للحمرة، والفأر طويل الأنف، والحيوان الجِرابي الحفَّار، وهي ثلاثة فقط من الحيوانات التي كادت تختفي من أستراليا مع غيرها من نباتات أخرى عديدة.

وفي محاولة لحل هذه المشكلة، تم إدخال مرض لإصابة الأرانب يتسبب عن فِطْر هُلامي، خلال خمسينيات القرن العشرين، ولقد ساعد هذا المرض في مكافحة الأرانب وتقليل عَشائرها، إلا أنه لم يكن ناجحًا بدرجة كافية، وزادت أعداد الأرانب زيادة كبيرة، واكتسبت مَناعة ضد الإصابة بهذا المرض، ويحاول الأستراليون إدخال مرض جديد، يتسبب عن ڤيروس في محاولةٍ أخرى للتخلص من الأرانب التي تمثل آفةً خطيرة.



انتشر الصَّبَّار الكُمثريّ الشَّوكيّ في ريف أستراليا بدرجة كبيرة، ونجح في ذلك لعدم وجود حيوان قادر على أكله، وفي محاولةٍ لمكافحة هذا النبات الضارِّ تم إدخالُ نوع من الفراشات ذات يَرَقات شَرِهة، تستطيع التهام هذا الصبار، مما يجعل الوضعَ مناسبًا للتحكم فيه (لمزيد من المعلومات حول المكافحة الحيوية للآفات (انظر صفحة 56).

رعب القنافذ

كان ذلك عام 1974، عندما أدخل بستاني عددًا قليلاً من القنافذ إلى جزيرة أسكتلندية؛ لاعتقاده أنها سوف تساعده في مكافحة آفات البستان، ولكنها لم تفعل ذلك، بل تحوَّلت إلى مشكلة غير متوقعة، حيث بدأت في التهام بيض الطيور الخوَّاضة النادرة، التي كانت تبني أعشاشها على الجزيرة بالآلاف، ولقد تكاثرت القنافذ بسرعة كبيرة، وهذا أدَّى إلى انخفاض أعداد بعض أنواع الطيور التي تأكل القنافذ بيضها إلى نحو 60% عام 2002، بينما لم تتأثَّر أعداد الطيور في الجُزُر القريبة الخالية من القنافذ، وكانت الوسيلة الوحيدة لوقف هذا الدَّمار للطيور هي التخلص من جميع القنافذ الموجودة بالجزيرة، ولقد تمَّ اصطياد بعض هذه القنافذ وقتلُها، وأعيدت أعدادٌ كبيرة منها إلى مَوْطنِها الأصلي.

سُـــمٌّ !

تمثل الحشائش مشكلةً لجميع المزارعين، فهي تنمو وتنافس المحاصيل على الماء والضوء والعناصر الغذائية، وهناك أنواعٌ مختلفة من الآفات الحيوانية والبكتيريا والفطريات، يمكنها أيضا مهاجمة المحصول والتغذية عليه، ولقد اعتمد المزارعون على مدى سنوات طويلة على مبيدات حشائش كيميائية وعلى مبيدات آفات ، حيث تقوم مبيدات الحشائش بقتل الحشائش، وتترك نباتات المحصول الاقتصادي سليمًا، بينما تعمل مبيدات الآفات على قتل الحشرات التي قد تهاجم المحصول وتدمره.

وعلى الرغم من ذلك، فإن كلاًّ من مبيدات الحشائش ومبيدات الآفات ما هي إلا مواد سامَّة، وعندما ترشُّ على المحاصيل فإنها يمكنها الوصولَ إلى التربة، ثم تُغْسَلُ بمياه الأنهار والجداول المائية، وهكذا يمكن أن تؤثر هذه المواد السامة على الحيوانات والنباتات الأخرى. وهناك مشكلةٌ أخرى، هي أن بعض المواد السامة يمكن أن يصبح جزءًا من السلسلة الغذائية، فعندما تأكل الحشرات أو الحيوانات الصغيرة المحاصيل التي تم رشُّها بالمبيدات ، فإنها لا تضر نفسها فقط ؛ لأن المادة السامة يمكنها البقاءَ في أجسامها، ثم تنتقل إلى أي حيوان يأكلها، وكلما أكلت هذه الحيوانات أعدادًا كبيرة من الحشرات، زادت كَمية المادة السامة في أجسامها إلى مستويات خطيرة. ويمكن أن تنتقل بعد ذلك عبْر سلسلة الغذاء ، مسببة دمارًا خطيرًا قد يؤدي إلى موت الحيوانات المفترسة.

تجربة نموذجية
دراسات على تأثير مبيد DDT على الحيوانات المفترسة على قمة السلسلة الغذائية

يعتبر ددت DDT مبيد آفات قويًا فعالاً، ولكنه يمكن أن يتراكم في دهون الحيوانات التي تحصل عليه في غذائها، وبعد وقتٍ ليس بالطويل من بداية استخدام المزارعين لهذا المبيد (في ستينيات القرْن العشرين)، انخفضت أعداد الطيور كبيرة الحجم آكلة الأسماك مثل طائر البَلْشون (مالك الحزين)، والعُقاب، ولقد حلل العلماء الطيور الميتة، واكتشفوا احتواءَها على مستويات عالية منDDT ، ليست كافية لقتل الطائر، ولكنها عالية بدرجة تؤثر على تكاثره، كما اكتشف العلماء أن الطيور التي تأثرت بالمبيد DDT وضعت بيضا هشًا سهل الكسر، ويعني هذا نجاح عدد أقل من صغار الطيور في الفقس والنمو، وانخفاض أعداد الطيور بصفة عامَّة.

وحيث إن طيور البلشون والعُقّاب آكلة للأسماك، ولا تأكل المحاصيل، فكيف وصل مبيد DDT إلى أنسجتها؟ أوضحت الأبحاث أن هذا المبيدَ الذي رش على الحقول قد غُسِلَ في الأنهار والجداول المائية والبرك، ثم امتصته الهائمات الحيوانية التي أصبحت طعامًا للأسماك الصغيرة، وبالتالي أكلتها الأسماك الأكبر منها، وبذلك زادت مستويات مبيد DDT في كل نوع من أنواع الكائنات الحية إلى مستوى أعلى وأعلى في السِّلسلة الغذائية. وفي النهاية، جاء طائر البلشون على قمة المفترسات، وأكل الأسماك الكبيرة، وحصل على جُرْعة ضارَّة من السم، وكنتيجة لمشكلة مثل هذه فإن استعمال مبيد DDT قد أصبح مَحْظورًا في عديد من الدول.

يوضح العلماء خلال هذه السلسلة الغذائية ماذا يمكن أن يحدث قبل أن تُفْقَدَ جميعُ طيور البلشون والعُقاب آكلة الأسماك.



ما الثمن الذي ندفعه ؟

يمكن أن تؤثر المشكلات الموجودة في سلاسلِ وشبكات التغذية على الإنسان تمامًا كما تؤثر على أي حيوان آخر، فنحن نعتمد على العمليات الصِّناعية في إمدادنا بالأشياء العديدة التي نطلبها ونحتاجها، ولكن في بعض الأحيان فإن المُخَلَّفات الناتجة خلال هذه العمليات الصناعية قد تسبب مشكلات، ففي خمسينيات القرْن العشرين، ظهر مرض خطير في مدينة يابانية هي ميناماتا، حيث بدأت القطط الأليفة والبشر في فقْد توازنها ، ولقد ظهر التأثير أولاً على البشر والحيوانات في صورة تدمير لعضلات الجسم، ثم يصاب الجسم بالشَّلل، ويموت الأشخاص والقطط بعد ذلك، وقد ولد عديدٌ من الأطفال يعانونَ من تشوهات شديدة، وتم تحديد مسببِ هذا المرض.

كان هناك مصنع في ميناماتا ينتج «كلور» و«هيدروكسيد صوديوم»، و«هيدروجين» من ماء البحر باستخدام الزِّئبق خلال مراحل التَّصنيع، وكانت نُفايات المصنع المحتوية على بعض الزِّئبق فائق السُّميَّة قد تسربت إلى ماء البحر في هذه المنطقة، ثم دخل الزئبق في سلاسل الغذاء المحلية، ثم زاد تركيزه أكثر وأكثر في الأسماك الكبيرة التي اصطادها وأكلها أهالي المنطقة وقِطَطُهم الأليفة. ولقد سبب الزئبق جميع المشكلات الصحية التي عانى منها البشر والقطط.



لو فكر البشر في السلاسل الغذائية، لما كانت كارثة ميناماتا قد حدثت، ولقد تعلم اليابانيون مما حدث، فهم الآن يأخذون حِذْرَهم من تأثير العمليات الصناعية على البيئة من حولهم.

شبكات مدمرة

تتغير العوامل البيئية الطبيعية في كل مكان من العالم، حيث تُزالُ مساحات هائلة من الغابات المطيرة كل يوم لزراعة المحاصيل وتربية الحيوانات بغرض توفير غذاء رخيص للبشر في دول العالم النامي، كما تُلْقى كَميات هائلة من المخلفات والنُّفايات الكيميائيّة في البحار والمحيطات في جميع أنحاء العالم، وترش مبيدات الآفات والمبيدات الحشريّة على المحاصيل في محاولة منَّا لإنتاج غذاء أكثر بأقل تكلفة قدر الإمكان، كما أننا نحرق الوقود الحفريّ، ونضخُّ ثاني أكسيد الكربون وغيره من الكيماويات في الهواء الجويُّ أسرع مما كان من قبل.

وفي الوقت نفسه ، أصبحت النباتات والحيوانات مُعَرَّضةً للانقراض بمعدل لم يتم تسجيلُه من قبل عبر تاريخ الأرض، وعندما يختفي كائن حي واحد، فإن سلاسل وشبكات التغذية تُصابُ بالدمار، وتصبح كثير من النباتات والحيوانات في مرحلة خطرة وقد تُفقد إلى الأبد، ويرى كثير من العلماء أن هناك روابطَ قوية بين الأنشطة الإنسانية ومعدلات الانقراض، ويتنبأ هؤلاء العلماء بمشكلات خطيرة ستواجهنا، إذا لم يتغير الوضع عما هو عليه الآن.

البناء للمستقبل

وعلى الرغم مما سبق، فما زال هناك أملٌ في المستقبل، ففي مناطق عديدة يعمل البشر بكل قواهم للمساعدة في المحافظة على النباتات والحيوانات، وفي حماية سلاسل وشبكات التغذية والعوامل البيئية التي تدعمها، كما يعملون على حُسْنِ إدارة المحيطات ومنع الصيد الجائر، عن طريق التحكم فيما نضعه في بحارنا وما نأخذه منها، وتعمل بعض الدول مع بعضها البعض؛ للحِفاظ على بقاء المحيطات نظيفةً وصحيّة من أجل المستقبل.

رواد العلم : ألدو ليوبولد

درس ألدو ليوبولد (1887–1948) علم الغابات في جامعة يال بالولايات المتحدة، وعَملَ في إدارة الغابات وحيوانات الصيد، ولقد بدأ في إدراك أن الكائنات الحية في مواطن معينة تعتمد كلها على بعضها البعض، واقترح ليوبولد أنْ يتعلم البشر حِكْمة (فَكِّر كما لو كنت جبلاً)، وبطريقة أخرى فكِّر في جميع الكائنات الحية المختلفة في موطن ما، وكوِّن رؤيةً على المدى الطويل.

الحفاظ على الموارد الطبيعية

هناك موجة قوية عالمية تجاه الزراعة بأسلوب يعتني بالتربة، وتعني الزراعة المُسْتدامة الحفاظ على مواردنا للتأكد من أنها لن تَنْضب، وأننا سوف نعوض ما نستخدمه بدقّة، وقد يعني ذلك حرثَ بقايا المحاصيل في التربة، واستخدام المخلفات الحيوانية كمخصِّب (سماد) عضوي، وإعادة زراعة سياج من الأشجار والشجيرات، وزراعة أنواع مختلفة من الأشجار في غابة اقتصادية، وفي الوقت الحالي يعمل المزارعون على تحسين طرق الزراعة لإنتاج غذاء أكثر، وفي الوقت نفسه لحماية البيئة من التلوث.

تطورات حديثة : المكافحة الحيوية للآفات

يقصد بالمكافحة الحيوية استخدام أحد الكائنات الحية في مكافحة كائن حي آخر، فعلى سبيل المثال، يمكنك الآن شراء حشرة «أبو العيد» للمساعدة في مكافحة الذبابة الخضراء في حديقتك، ويؤدي استخدام الكائنات الحية بدلاً من الكيماويات في حماية المحاصيل من الآفات إلى تقليل استخدام المواد السامة، وهذا يعني أننا نقلل من المشكلات مثل كارثة مبيد DDT، ومع ذلك وكما رأينا في حالة الأرانب الأسترالية، فإن إدخال نوع جديد في منطقة ما يمكن أن يسبب مشكلات، ويستدعي الأمر كثيرًا من النفقات والأبحاث للتأكد من عدم ظهور مشكلات غير متوقعة.

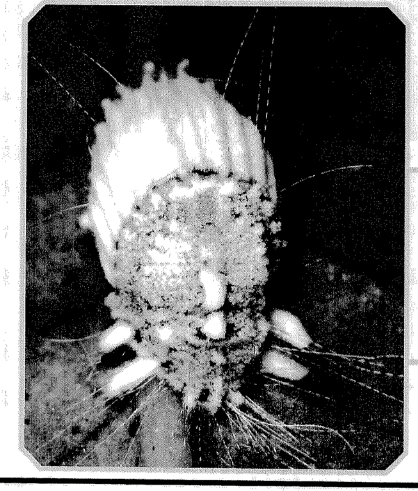
وهناك أنماط عديدة ومختلفة من المكافحة الحيوية ، منها:

* قاتلات حيوية للآفات: قد يستخدم المرض أحيانًا في قتل آفة حيوانية، مثال ذلك بكتيريا *Bacillus thuringiensis* التي يمكن رشُها على الماء أو النباتات، فتمتصها يَرقات الآفات، وتنتج هذه البكتيريا مادة سامّة تقتل اليرقة، إلا أن هذه المادة ليست ضارة بالإنسان أو بغيره من الأحياء في السلسلة الغذائية، وتستخدم هذه البكتيريا بنجاح في الولايات المتحدة والمملكة المتحدة وأوربا وكندا.
* تشجيع الأعداء الطبيعية: يجب التأكد من أن هناك أعدادًا وفيرة من الأعداء الطبيعية للآفة قد تعمل على مكافحتها، بالإضافة إلى الكيماويات المستخدمة، ويُعْرَفُ بالمكافحة المتكاملة للآفات، وحاليًا تعمل حكومة إندونسيا مع العلماء ومزارعي الأرز لمكافحة نطّاطات الأوراق بنية اللون، التي يمكنها تدمير محصول الأرز.

وتم تدريب المزارعين للتعرف على العَناكب التي تفترس نطاطات الأوراق، والمحافظة عليها، وفي خلال ثلاث سنوات فقط، انخفضت نفقات المكافحة بالمبيدات بنسبة 90%، وزادت إنتاجية محصول الأرز باطّراد.

* الأعداء الطبيعية الدخيلة: يمكن إدخال نوع لكائن حي ما من دولة لمكافحة آفة في دولة أخرى، فمنذ قَرْن مضى، يئس مزارعو الموالح في كاليفورنيا من مكافحة آفة تدمر أشجارهم هي الحشرة القشْرية ذات الوسادة القُطْنيّة، لذا تم جلب خُنْفساء أبو العيد (فيداليا) من أستراليا لحسْم الموقف.

وفي العصر الحديث، هناك العديد من المشكلات التي ظهرت نتيجة جلب أنواع من الكائنات الحية، وإدخالها إلى مناطق جديدة (راجع مشكلة نباتات الصبار الكمثرية الشوكية صفحة 51) وقد سببت كوارث . وفي القرن الحادي والعشرين، زاد الاهتمام بدرجة كبيرة بالأبحاث التي تجري لإدخال أنواع جديدة من الكائنات الحية التي إذا تم استعمالها بصورة مُوَسَّعة في المكافحة الحيوية للآفات، فإنها ستكون سلاحًا فعالاً في هذا المجال.



خنفساء أبو العيد (فيداليا) تفترسُ الحشرات القشرية، وهذا السلاح الحيوي حافظ على بساتين الموالح في كاليفورنيا من الدمار.

إدارة المستقبل

لكي نساعد في بقاء الحياة على الأرض، فإننا نحتاج إلى فَهْم العَلاقات الغذائية بين النباتات والحيوانات في المَواطن المختلفة من العالم، ويعمل العلماء في الدول المختلفة بكل قوتهم ليزودونا بالمعلومات التي نحتاج إليها، وعلى سبيل المثال ذلك العمل الذي قام به د. فرانسيس جيلبرت من المملكة المتحدة والأستاذ الدكتور سامي زلط من مصر، فلقد أنفق هذان العالمان سنوات عديدة لتكوين صورة تفصيلية عن التنوع الحيوي في شبه جزيرة سيناء بجمهورية مصر، ولقد اهتم العالمان بجميع الكائنات الحية في هذه المنطقة ابتداءً من النباتات الصغيرة، ومرورًا بالحشرات والطيور والحيوانات الثدييّة، حتى الكائنات المتطفلة التي تصيب كل كائن حي.

ومع بداية عام 2005، بدأ هذا المشروع في الاتساع، وعن طريق تمويل مالي من الأمم المتحدة، يحاول الباحثان تسجيل التنوع الحيويّ في جمهورية مصر كلها.

الظُّروف البيئية في شبه جزيرة سيناء قاسية، وعلى الرغم من ذلك تستوطنها أعداد هائلة من الكائنات الحية المختلفة ، مثل: الفأر الشوكي، والخنافس الحفَّارة، والعناكب، بالإضافة إلى أصغر فراشات العالم وهي فراشة الهَراوة الزَّرقاء السِّينائيّة.

هندسة المستقبل

تعلم العلماء في السنوات الأخيرة كيفيةَ تغْيير المعلومات الوراثية في النباتات والحيوانات، وأصبح مُمْكناً استخدام التعديل الجيني (الوراثي) في مجال الزراعة لإضافة جينات جديدة تمامًا إلى الحيوانات والنباتات، حيث تُعْرف هذه الطريقة بتقنية التعديل الجيني، ويمكن للنباتات المعدّلة جينيًا أن تنتج محاصيل أكثر، وأن تنمو إلى أحجام كبيرة،

أو تكوّن ثمارًا تبقى طازجةً لفترة طويلة، وفي بعض الأحيان تسمح الجينات الجديدة للنباتات أن تنتج موادّ كيميائيّة تحميها من الآفات، وبذلك لا نحتاج إلى رش مبيدات للآفات، كما يمكن للجينات الجديدة أن تسمح للنباتات بتكوين مركبات تشعُّ بالضوء في الظلام عندما تهاجمها الآفات، وهنا لا يحتاج المزارع إلى رشٍّ حقوله بالمبيدات إلا عند الضرورة.

وعلى الرغم من ذلك، فإن هذه التقنية الحديثة مثيرة للجدل، فلا يعلم أحد كيف يمكن أن تُغَيِّرَ هذه المحاصيل المعدلة وراثيًّا العلاقات الغذائية في المستقبل، ولقد تم تزويدُ عديد من المحاصيل المعدلة وراثيًّا بجينات لتجعلها عقيمة، مما يجبر المزارعين على شراء تقاوي جديدة كل عام، وقد تكون هذه مشكلة حقيقية في الدول النامية حيث المزارعون فقراء للغاية، كما أن هناك قلقًا من تسرُّب هذه الجينات التي تجعل النبات عقيمًا إلى عَشائر النباتات أو الحيوانات البرية، ويمكن أن تؤذي هذه الجينات شبكات وسَلاسل الغذاء، خاصة إذا جعلت النباتات عقيمة، ويعارض كثير من الأفراد في المملكة المتحدة وأوربا الأغذية المعدَّلة وراثيًّا ، إلا أن عديدًا من المحاصيل المعدلة وراثيًّا مثل الذرة الشامية والقطن وفول الصويا يتم إنتاجها في الولايات المتحدة وغيرها من الدول الأخرى منذ سنوات عديدة، ولم تظهر حتى الآن أية علامات عن المشكلات التي يخشاها جمهور المستهلكين.

التغير للأفضل

تتميز العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية بأنها مثيرة ومعقدة، وهي أساس دراستنا للبيئة، وتساعدنا في فهم الحياة على الأرض، وكلما زادت معلوماتنا عن التفاعلات بين الكائنات الحية المختلفة، استطعنا تعرف الوسائل التي يؤثر بها الإنسان على سلاسل وشبكات التغذية حولنا، وحينذاك يمكننا التأكد من أننا عندما نغير في البيئة والأحياء من حولنا، فإننا نغيرها إلى الأفضل.

مصادر إضافية

كتب للقراءة

Solway, Andrew, *Wild Predators* series (Heinemann Library, 2005)
Stockley, Corinne, The Usborne Illustrated Dictionary of Biology (Usborne Publishing , 2005)
Wallace, Holly, Life Processes: Food Chains and Webs (Heinemann Library, 2001).

Nature Encyclopedia (Dorling Kindersley, 1998).

استخدام الإنترنت

استكشف الإنترنت لتعرف المزيد حول العلاقات الغذائية، ويمكنك استخدام وسائل البحث مثل www.yahooligans.com أو www.google.com، ثم استخدم كلمات دالة مثل شبكات التغذية *food chains* أو تمثيل ضوئي *photosynthesis* أو كائنات مستهلكة *consumers* أو نظرية الجايا *Gaia theory* أو دورة النيتروجين *nitrogen cycle*.

وسوف تساعدك أفكار البحث هذه في الوصول إلى مواقع مفيدة على شبكة المعلومات الدولية بسرعة أكبر:

- حدد بالضبط ماذا تريد حتى تصل إليه أولاً.
- استخدم قليلاً من الكلمات الدالة المهمة في البحث، واستخدم الكلمات وثيقة الصلة بالموضوع أولاً.
- كن دقيقًا. استخدم فقط أسماء أشخاص أو أماكن أو أشياء محددة.

تنبيه:

جميع مواقع الإنترنت الموجودة في هذا الكتاب صالحة للاستخدام وقت طباعة الكتاب، ومع ذلك ونظرًا للآلية المتغيرة لطبيعة هذه المواقع، فإن بعض هذه المواقع قد تتغير، أو تتوقف عن العمل، وحيث إن المؤلف والناشر يعتذران عما قد يقابله القارئ من مشكلات في هذا الشأن، فإنهما غير مسئولين عن ذلك.

مفردات ومصطلحات

طحلب (**alga**): نبات بسيط التركيب.

تكيف ـ تأقلم (**adaptation**): تراكيب خاصة في الكائن الحي تجعله قادرًا على البقاء في موطن معين.

ضغط جوي (**atmospheric pressure**): قيمة الضغط الجوي في طبقة الهواء الجوي.

بكتيريا (**bacteria**): نوع من الكائنات الحية الدقيقة، منه أنواع مفيدة للإنسان، وأخرى ضارة.

تنوع حيوي (**biodiversity**): مقياس لتنوع الكائنات الحية التي تعيش في منطقة ما، وتشمل كل الأجناس المختلفة للكائنات الحية، والتباين بين الأنواع.

كتلة حيوية (**biomass**): الكتلة الكلية للكائنات الحية في منطقة ما.

كربوهيدرات (**carbohydrate**): نمط من الغذاء يتكون من الكربون والهيدروجين والأكسجين.

متوحش (**carnivore**): حيوان يأكل حيوانات أخرى فقط.

خلية (**cell**): وحدة بناء صغيرة بسيطة يتكون منها أي كائن حي.

بكتيريا ذاتية التغذية الكيميائية (**chemosynthetic bacteria**): بكتيريا تصنع غذاءها باستخدام الطاقة الكيميائية.

كلوروفيل (**chlorophyll**): مركب كيميائي تستخدمه النباتات في اقتناص طاقة الشمس.

بلاستيدة خضراء (**chloroplast**): تركيب في خلية النبات يحتوي على الكلوروفيل.

الحوصلات اللاسعة تعرف أيضا باسم الأكياس السلكية (**cnidocyte**): خلية لاسعة متخصصة توجد في لوامس الحيوانات مثل أنيمون البحر.

مجموعة – جماعة (**community**) : جميع النباتات والحيوانات التي تعيش مع بعضها البعض في موطن ما في الوقت نفسه.

مزرعة (**culture**) : نمو كائن حي تحت ظروف متحكّم فيها داخل المعمل، مثال ذلك إنماء البكتيريا.

محلل (**decomposer**): كائن حي قادر على تحليل المخلفات الطبيعية والنباتات والحيوانات الميتة.

هضم (**digest**): تحليل الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات أصغر.

الجهاز الهضمي (**digestive system**): جهاز يتكون من مجموعة من الأعضاء تقوم بهضم الغذاء إلى جزيئات يحتاجها الجسم.

حمض نووي (**DNA deoxyribonucleic acid**) : جزيء يحمل الشفرة الوراثية، وهو يوجد في نواة الخلية.

تقدير المسافات باستخدام الصدى (**echo location**): تستخدم هذه الوسيلة الحيوانات مثل الدلافين والحيتان والخفافيش.

بيئة (**ecology**): دراسة علمية للنظام البيئي.

نظام بيئي (**ecosystem**): جميع الحيوانات والنباتات التي تعيش في منطقة ما، بالإضافة إلى التداخلات بين الكائنات الحية والعوامل التي تؤثر فيها مثل التربة والعوامل الجوية.

طاقة (**energy**): القدرة على العمل.

إنزيم (**enzyme**): جزيء بروتين يغير من معدل التفاعلات الكيميائية في الكائنات الحية، دون أن يتأثر بها خلال التفاعل .

إخراج (**excrete**): إخراج منتجات غير مرغوب فيها في صورة فضلات.

انقراض (**extinction**): موت عشيرة نوع من الكائنات الحية بالكامل.

فضلات (**faeces**): مخلفات صلبة تخرج من الجسم .

سلسلة غذائية (**food chain**): روابط بين حيوانات مختلفة تتغذى على بعضها البعض ، وعلى النباتات.

شبكة غذائية (**food web**): نموذج لموطن ما يوضح كيف تتداخل الحيوانات والنباتات في سلاسل غذائية مختلفة من خلال طريقة تغذيتها.

وقود حفري (**fossil fuels**): وقود يتكون ، منذ ملايين السنين ، من بقايا النباتات والحيوانات القديمة ، مكونًا زيت البترول والفحم والغاز الطبيعي .

جين (**gene**): وحدة المعلومة في الحمض النووي DNA.

المعلومات الجينية (**genetic information**): معلومة موجودة داخل الكروموسومات التي توجد في النواة لكل خلية.

تعديل جيني وراثي (**genetic modification**): تغير المعلومة الجينية في الخلية .

جلوكوز (**glucose**): سكر بسيط يتكون خلال عملية التمثيل الضوئي، ويستخدم كمصدر للطاقة في خلايا جسم الكائن الحي.

تقنية الهندسة الوراثية الجينية (**GM technology**): استخدام التعديل الجيني لما فيه منفعة للبشر، مثال ذلك زراعة المحاصيل المقاومة للآفات.

موطن (**habitat**): مكان يعيش فيه الحيوان أو النبات.

مبيد حشائش (**herbicide**): مادة كيميائية تقتل النباتات ، وتستخدم عادة في مكافحة الحشائش.

عشبي (**herbivore**): حيوان لا يأكل سوى النباتات.

يعزل (**insulate**): حفظ درجة الحرارة الساخنة أو الباردة.

حيوان قشري (**krill**): حيوانات قشرية تشبه الجمبري، مهمة للغاية في سلسلة وشبكة التغذية البحرية.

أمعاء غليظة (**large intestine**): جزء من الجهاز الهضمي .

أشنة (**lichen**): نبات بسيط ينمو على الصخور والجدران والأشجار.

يرقة (**maggot**): طور حشري ذو جسم طري.

ملاريا (**malaria**): حمى تتسبب عن طفيل بروتوزوي، شائعة في المناطق الدافئة.

بحري (**marine**): شيء متعلق بالبحار والمحيطات.

كائن حي دقيق (**micro-organism**): مثل البكتيريا والفيروسات والفطريات وغيرها من الكائنات الدقيقة ، التي لا يمكن رؤيتها إلا بالمجهر.

جزيء (**molecule**): مجموعة من الذرات المرتبطة معًا.

نيترات (**nitrate**): شق معدني يوجد في التربة، وتوفر النيترات عنصر النيتروجين للنبات.

قارت (**omnivore**): كائن مستهلك للغذاء يأكل كلاً من النباتات والحيوانات.

كائن حي (**organism**): كائن نباتي أو حيواني.

مبيد آفات (**pesticide**): مادة كيميائية قاتلة للآفات، عادة ما تكون حشرات.

تمثيل ضوئي (**photosynthesis**): مراحل يتم خلالها تصنيع الغذاء في النباتات الخضراء من ثاني أكسيد الكربون والماء باستخدام طاقة الشمس.

هائمات نباتية (**phytoplankton**): كائنات حية دقيقة توجد في البحار والمحيطات تكوّن غذاءها عن طريق التمثيل الضوئي.

سرب (**pod**): مجموعة من الحيتان.

تلقيح (**pollinate**): انتقال حبوب اللقاح من الأجزاء المذكرة إلى الأجزاء المؤنثة في الزهرة.

مفترس (**predator**): حيوان يفترس حيوانات أخرى للحصول على غذائه.

فريسة (**prey**): حيوان يتم افتراسه وأكله بواسطة حيوان مفترس.

مستهلكات أولية (**primary consumer**): الحيوان الأول في سلسلة الغذاء، وهذه الحيوانات عشبية وقارتة.

منتج للغذاء (**producer**): الكائن الأول في سلسلة الغذاء.

بروتين (**protein**): وحدة بنائية مهمة في الكائنات الحية.

كائن أولي (**protist**): كائن حي دقيق عادة ما يكون وحيد الخلية.

بروتوزوا (**protozoa**): حيوان مجهري وحيد الخلية.

الترمجان (**ptarmigan**): طائر أرضي في حجم الدجاجة.

شرنقة (**pupa**): إحدى مراحل نمو الحشرة، تتميز بعدم نشاطها، وتخرج منها الحشرة الكاملة.

مشع (**radioactive**): مادة مشعة.

تنفس (**respiration**): عملية حيوية يتم خلالها إنتاج الطاقة في الكائن الحي، عن طريق دخول الأكسجين وخروج ثاني أكسيد الكربون.

مستهلك ثانوي (**secondary consumer**): الحيوان الثاني في السلسلة الغذائية، وهذه الحيوانات تتغذى على المستهلكات الأولية.

مرض النوم (**sleeping sickness**): مرض يتسبب عن بروتوزوا متطفلة، ويؤدي إلى الشعور الشديد بالتعب والإرهاق.

نوع (**species**): مجموعة متخصصة شديدة القرابة من الكائنات الحية يمكن لأفرادها التزاوج بنجاح وإنجاب أجيال خصبة.

مستهلكات من المستوى الثالث (**tertiary consumer**): ثالث حيوان في سلسلة الغذاء، وتتغذى هذه الحيوانات على المستهلكات الثانوية.

تغذية (**trophic**): طبيعة التغذية للكائن الحي.

النموذج الغذائي دائم التغير (**trophic-dynamic model**): نموذج اقترحه رايموند ليندمان لوصف مستويات التغذية.

تندرا (**tundra**): منطقة باردة قريبة من القطب الشمالي في أوربا وآسيا وأمريكا الشمالية، تتميز بخلوها من الأشجار.

الأمم المتحدة (**United Nations**) : منظمة عالمية من حكومات الدول.

هائمات حيوانية (**zooplankton**): كائنات حية دقيقة توجد في البحار والمحيطات تتغذى على الهائمات النباتية.

الكشاف



علم الحياة .. نظرة متعمقة

الغذاء..

من أين؟ ولمن؟

"علاقات التغذية"

- ما المجتمعات الغريبة التي تعيش حول شقوق أعماق البحار؟
- لماذا لا يستطيع البشر أكل العشب؟
- ما أكثر أنواع أسماك المياه العذبة شراسةً؟

يستكشف كتاب (الغذاء... من أين؟ولمن؟) الصلات المعقدة بين السلاسل الغذائية والأنسجة، بدءًا من منتجي الغذاء، ومستخدمي الطاقة الشمسية من عملية التمثيل الضوئي. كما يوضح الكتاب من خلال السلاسل الغذائية دور كل من الكائنات المستهلكة، والمفترسة، والمحللة، وأخيرًا يفحص التجمعات السكانية والمجتمعات، إضافة إلى أنه يوضح مدى الخطورة إذا ما كُسرت السلسلة الغذائية.

إن سلسلة (علم الحياة..نظرة متعمقة) تقدم تغطيةً شاملة لكل علوم الحياة وعملياتها الأساسية. ويقدم كل عنوان من هذه السلسلة معلومات تفصيلية عن أكثر المفاهيم والنظريات العلمية المرتبطة بموضوع العنوان.



تضم هذه السلسلة:

- الحياة .. للتنافس أم للتجانس!! (التكيف والتنافس).
- جسم سليم .. عقل سليم (أجهزة الجسم والصحة).
- الخلايا .. مجتمع بلا بطالة! (الخلايا ووظائفها).
- الغذاء .. من أين؟ ولمن؟ (علاقات التغذية).
- الحياة .. لونها أخضر (النباتات الخضراء).
- المخلوقات .. مقدرات أم شفرات؟ (الوراثة والانتقاء).
- DNA .. وأسرار لاتنتمي (التنوع والتصنيف).


6222006324520

الدار المصرية اللبنانية